Üveg

és fény

Dr. Kausay Tibor

2017. november

Kausay

Forrás: *Balázs György*: Építőanyagok és kémia. Tankönyvkiadó, 1984.

AZ ÜVEG SZERKEZETE

Az üveg nem az egyedüli olyan *nem kristályos* szilárd építőanyag, amely *izotrop*, azaz makroszkopikus fizikai tulajdonságai a tér minden irányában azonosak, de belső szerkezete nem annyira rendezett, mint a kristályos anyagoké. Ezeket az anyagokat fő képviselőjükről, a szilikátüvegről *üvegszerű* vagy *amorf* anyagoknak nevezik.

Újabban azokat a makromolekulájú szerves anyagokat is amorf anyagoknak nevezik, amelyek nem vagy csak kivételes esetben kristályosodnak.

Az *üvegszerű anyagok túlhűtött folyadékoknak* foghatók fel, amelyek nem kristályosak, és bennük a lehűtés folyamán a folyadékokéhoz képest igen nagy a belső súrlódás. Az üvegszerű anyagok molekuláinak rendezettsége csak többé kevésbé szabályos, határozott olvadáspontjuk nincs, belső szerkezetük a folyadékokéhoz hasonló.

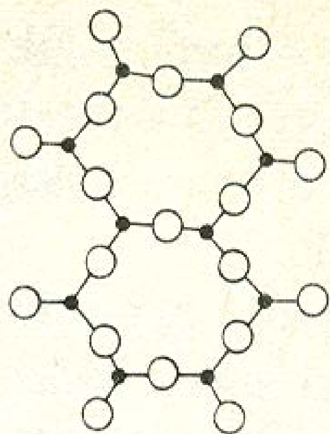
A kristályos anyagokhoz hasonlítva úgy foghatók fel, mint amelyekben annyi a rácshiba, hogy a szabályszerűség már nem érvényesül. Az üvegszerű anyagok részben kovalens, részben ionkötésűek.

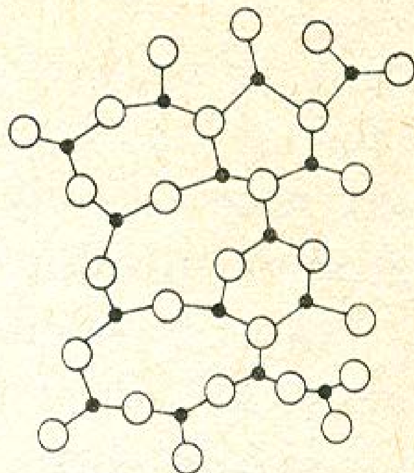
Az üvegszerű állapot *metastabilis állapotnak tekinthető. Az üvegszerű anyagok belső energiája és térfogata nagyobb, mint ugyanazon a hőmérsékleten és nyomáson kristályos állapotban. Bizonyos körülmények között kristályossá változhatnak (üvegek mattulása).**

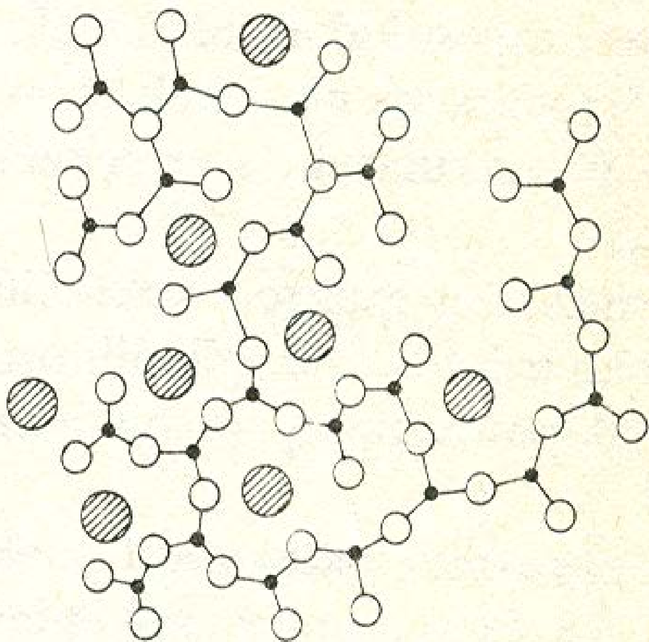
Üvegszerű állapotban levő anyagok rövid ideig ható teherre teljesen rugalmasan viselkednek. Tartós teher hatására az atomok és molekulák átrendeződnek; az anyag plasztikusan változtatja alakját, azt mondjuk, hogy képlékenyen folyik.

Az üveges állapot legjellemzőbb képviselője *a kvarcüveg.*

***Metastabilis állapot = Bizonyos ideig fennmaradó egyensúlyi állapot, de az adott körülmények között nem felel meg a valóságos egyensúlynak.**







A *kristályos kvarcban* [*a) ábra*] a Si-O-kötések szabályos hálózatot alkotnak. Minden O-atom két Si-atomhoz kapcsolódik. Minden Si-atomot a tetraéderes (négy háromszöggel határolt test) elrendezésre jellemzően szabályos távolságban 4 O-atom vesz körül, és ez ismétlődik a tér minden irányában.

A *kvarcüvegben* az egymáshoz kapcsolódó atomok száma megegyezik a kvarcéval, de különböző méretű „gyűrűk” képződnek, ami a kristályos anyagokra jellemző rendezettséget meggátolja [*b) ábra*].

***A szilikátüvegben* [*c) ábra*] a pozitív (Na^+, K^+ stb.) ionok a közel tetraéderes szimmetriájú SiO_4^{4-}-ionok alkotta hálózatba illeszkednek, s ezáltal egyes O-atomok csak egy Si-atomhoz kapcsolódnak, némely Si-O-gyűrű felnyílik, ami azt eredményezi, hogy a szilikátüveg kisebb hőmérsékleten olvad a kvarcüvegnél.**

Általában azok az anyagok kerülhetnek üvegszerű állapotba, amelyek két vagy három dimenziós atom-, ill. molekulahálózatot hozhatnak létre úgy, hogy szerkezeti elemeik nem olyan rendezettek, mint a kristályos anyagoké, de energiatartalmuk megközelíti a megfelelő kristályos anyagét.

Ilyen anyag az SiO_2-on kívül a B_2O_3 és az Al_2O_3 is.

Üvegképzés szempontjából az oxidok három csoportba sorolhatók:

a) Hálózatképző oxidok, **amelyek egymagukban is üveget képezhetnek, pl. szilícium-dioxid, bór-trioxid.**

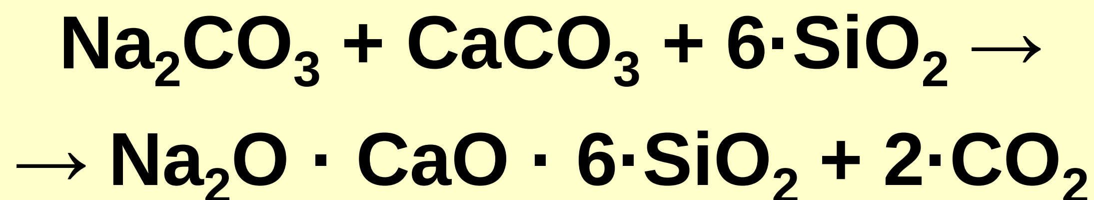
b) Átmeneti oxidok, **amelyek egyes esetekben hálózatképzők, más esetekben módosítják az üveg szerkezetét. Legfontosabbak az alumínium, a cirkónium, az ólom és az ón oxidjai.**

c) Módosító oxidok, **amelyek megváltoztatják a poliéderek csatlakozását. Ezek közül az egy vegyértékű elemek (pl. a *kálium, nátrium oxidjai*) *olvasztó hatásúak*, mert csökkentik az üveg olvadásának, ill. lágyulásának hőmérsékletét. A két vegyértékűek (pl. a *kalcium, magnézium oxidjai*) *szerkezet-stabilizálók,* mivel az üveges állapotot mechanikai és kémiai szempontból állandósítják.**

A közönséges üvegben (pl. ablaküveg)

- **a hálózatképző oxid a SiO_2,**
- **a módosító oxid a Na_2O és a CaO.**

1100-1300 °C hőmérsékleten a szóda + mészkő + kvarc olvadékban a következő kémiai reakció megy végbe:



Forrás: ***Balázs György*****: Építőanyagok és kémia. Tankönyvkiadó, 1984.**

Építőanyagok és kémia

Írta: Dr. Balázs György egyetemi tanár

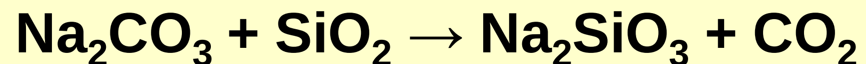
Tankönyvkiadó. Budapest, 1984.

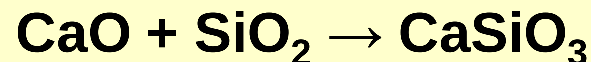
Az üveget üvegolvasztó kemencékben olvasztják, melyek működésüket tekintve lehetnek szakaszosak és folyamatosak.

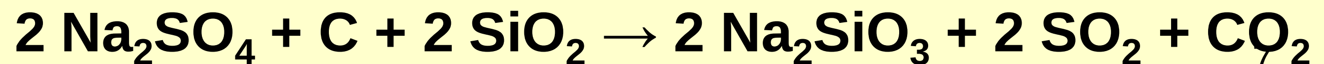
Az üvegolvasztó kemencék feladata, hogy a megfelelő minőségű keverékből hőkezeléssel formázásra alkalmas, képlékeny üvegolvadékot állítsanak elő.

A nyersanyagkeverékből a feldolgozásra kész üvegolvadék kémiai és fizikai folyamatok eredményeként alakul ki. E folyamatok nem egyidejűleg mennek végbe és nem választhatók külön. Ezek közül a következők emelhetők ki:

a) **szilikátképződés** a következő egyenletek szerint:







Magyarázat az előző oldalhoz:

SiO_2	szilícium-dioxid
Na_2CO_3	nátrium-karbonát, szóda, sziksó
Na_2SiO_3	nátrium-metaszilikát
Na_2SO_4	nátrium-szulfát
SO_2	kén-dioxid
CaO	kalcium-oxid
$CaSiO_3$	kalcium-szilikát, wollastonit (természetes ásvány) Magyarországi előfordulás: Magyaregregy, Recsk
C	szén
CO_2	szén-dioxid

A szilikátképződésnek a hőmérséklet-tartománya kb. 600-800 °C. Ide sorolunk mindenféle szilárdfázisú reakciót, nevezetesen karbonátok bomlását, kettős karbonátok képződését, szilikátok kialakulását, termikus disszociációkat, polimorf átalakulásokat stb. Igen lényeges a *β*-kvarcnak *α*-kvarccá átalakulása közben mutatkozó nagyfokú reakcióképessége és a kristályszerkezet átalakulása miatt bekövetkező repedezése.

b) Az üvegesedés folyamata 800-1400 °C hőmérsékleten megy végbe és akkor tekinthető befejezettnek, amikor a rendszerben oldatlan kvarcszemcse nincs.

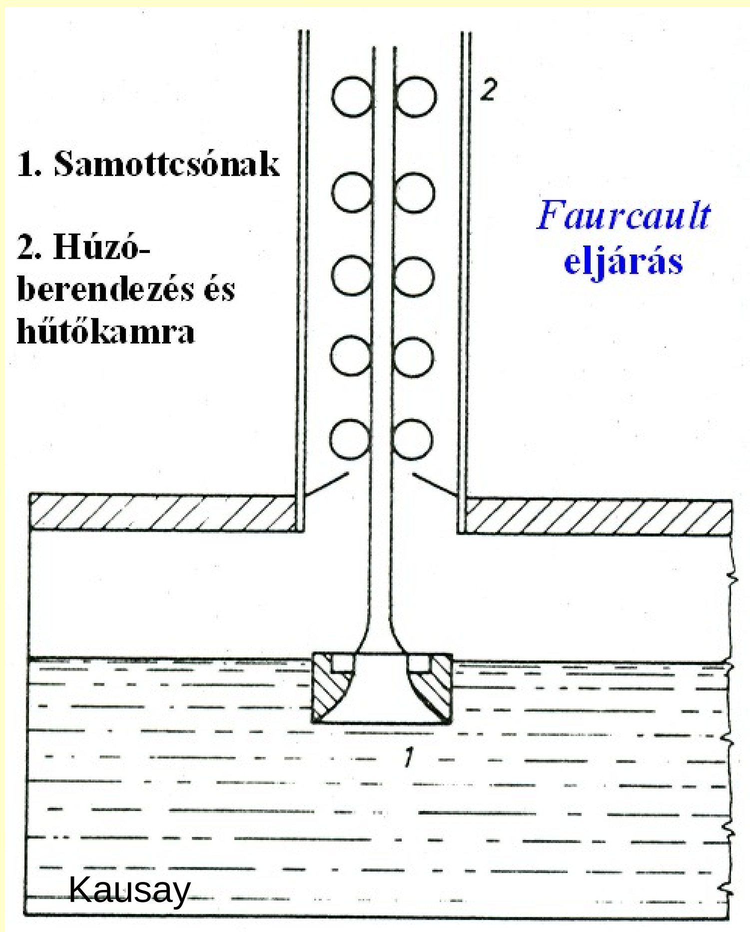
c) A tisztulási folyamat 1400-1500 °C-on megy végbe. Célja a légzárványok eltávolítása az üvegolvadékból.

d) Homogenizálás az a folyamat, amely során a diffúziós és áramlási folyamatok eredményeként az üvegolvadék kémiailag egyneművé válik.

e) Az utolsó folyamat a kidolgozási viszkozitás beállítása. Erre azért van szükség, mert a tisztulás és a homogenizálás hőmérsékletén az üveg hígfolyós, formázásra alkalmatlan. Lassú hűtéssel kell elérni azt a képlékeny állapotot, amellyel a kidolgozó gépek jó hatásfokkal működnek. Ez a hőmérséklet általában 800-1000 °C.

Az építészeti üvegek formázási módjai: üveghúzás, hengerlés, sajtolás és habosítás.

a) Üveghúzás. Húzási eljárással készítik a síküveget, az üvegcsövet és az üvegszálat. Húzott síküveg előállításának legrégibb iparosított módszere a *Fourcault*-eljárás.



A *Fourcault*-eljárás legfontosabb eleme az üveg felszínén nyugvó, hosszirányú nyílással ellátott samottcsónak, amit az egész húzási eljárás alatt a folyékony üvegbe benyomva tartanak. A nyíláson át az anyag a hidrosztatikai nyomásnak megfelelően felfelé türemlik. Ezután vasfésű segítségével a nyílás teljes hosszában elkezdik emelni az üveget.

A húzott síküveget elsősorban ablakok üvegezésére használják fel.

b) Hengerléssel állítják elő a nyers hengerelt, a mintás és a huzalbetétes üvegeket. Az előállítás folyamán a folyékony üveg a hengerek közötti préselés hatására veszi fel a síküveg alakot.

***Hátránya a húzott síküveggel szemben,* hogy nem átlátszó, mivel oldallapjai nem párhuzamosak és nem síkok.**

A mintás üveg hengerlésekor az egymással szemben forgó hengerpár közül általában csak az egyik rovátkolt vagy mintás, de lehet mind a kettő is az. A huzalbetétes üveg előállítása során a hengerléssel létrehozott üvegszalag közepére egy henger benyomja a revétől és zsírtól megtisztított dróthálót. A benyomás után keletkező felületi egyenetlenséget a simítóhenger megszünteti, és végül a folyamatos szalagot darabolják.


2016/10/11 11:11
Kausay

Optikai vizsgálat, ill hosszirányu hullámvágás.

Hengerelt
drótbetétes síküveg
drótbetét anyaga:
lágyacél
üveg vastagsága
6 mm

2016/10/11 11:06

Kausay

2016/10/11 11:11

Kausay

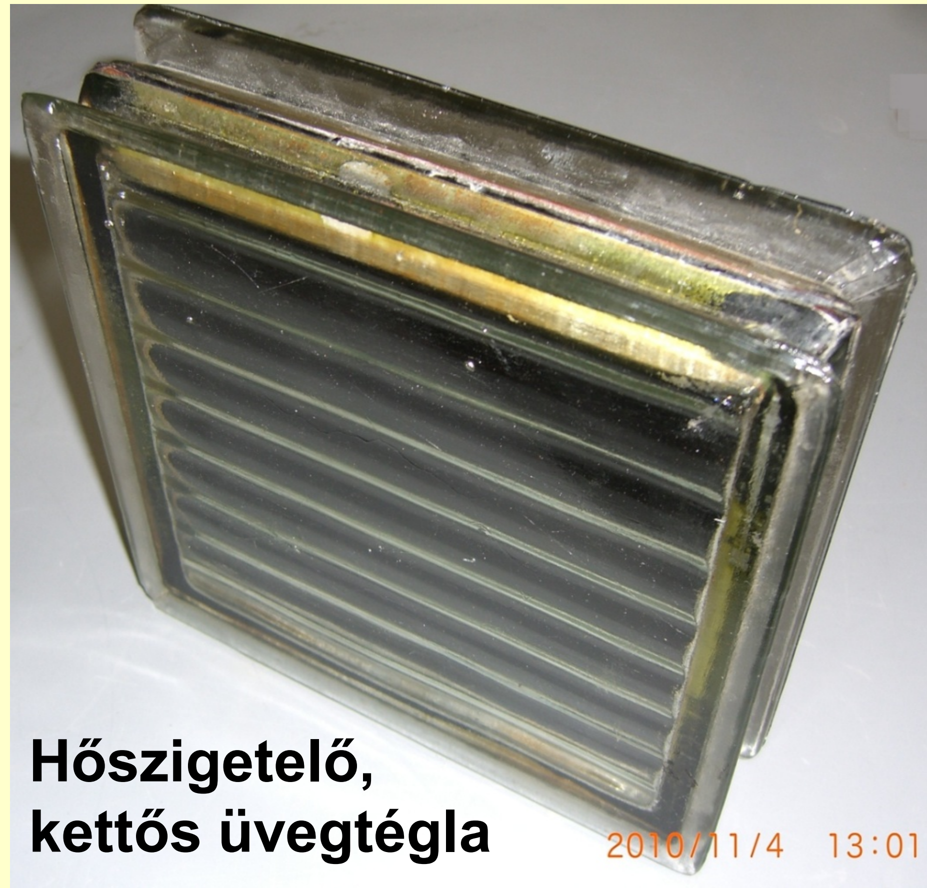

2016/10/11 11:06
Kausay


2016/10/11 11:11
Kausay

c) **Sajtolás.** A **lapos és üreges testeket** sajtolással állítják elő. Lényegében az előállításra szolgáló berendezés minden esetben formából vagy matricából és bélyegből áll. Az egymásra helyezett forma és bélyeg között üreget hagynak, amelyben a képlékeny üveg megdermed és megadja a gyártandó üveg alakját.

Ezzel a módszerrel állítanak elő **üvegtéglákat, tetőcserepeket és üveg födémtesteket**. Az **üvegtéglákat** rendszerint két féltéglából sajtolják és utólag hegesztik eggyé. Hegesztés közben az üreges téglából a felmelegedett levegő kiáramlik, és a tégla lehűlésekor ritkított tér keletkezik, amely az elemek egymáshoz szorítását elősegíti.

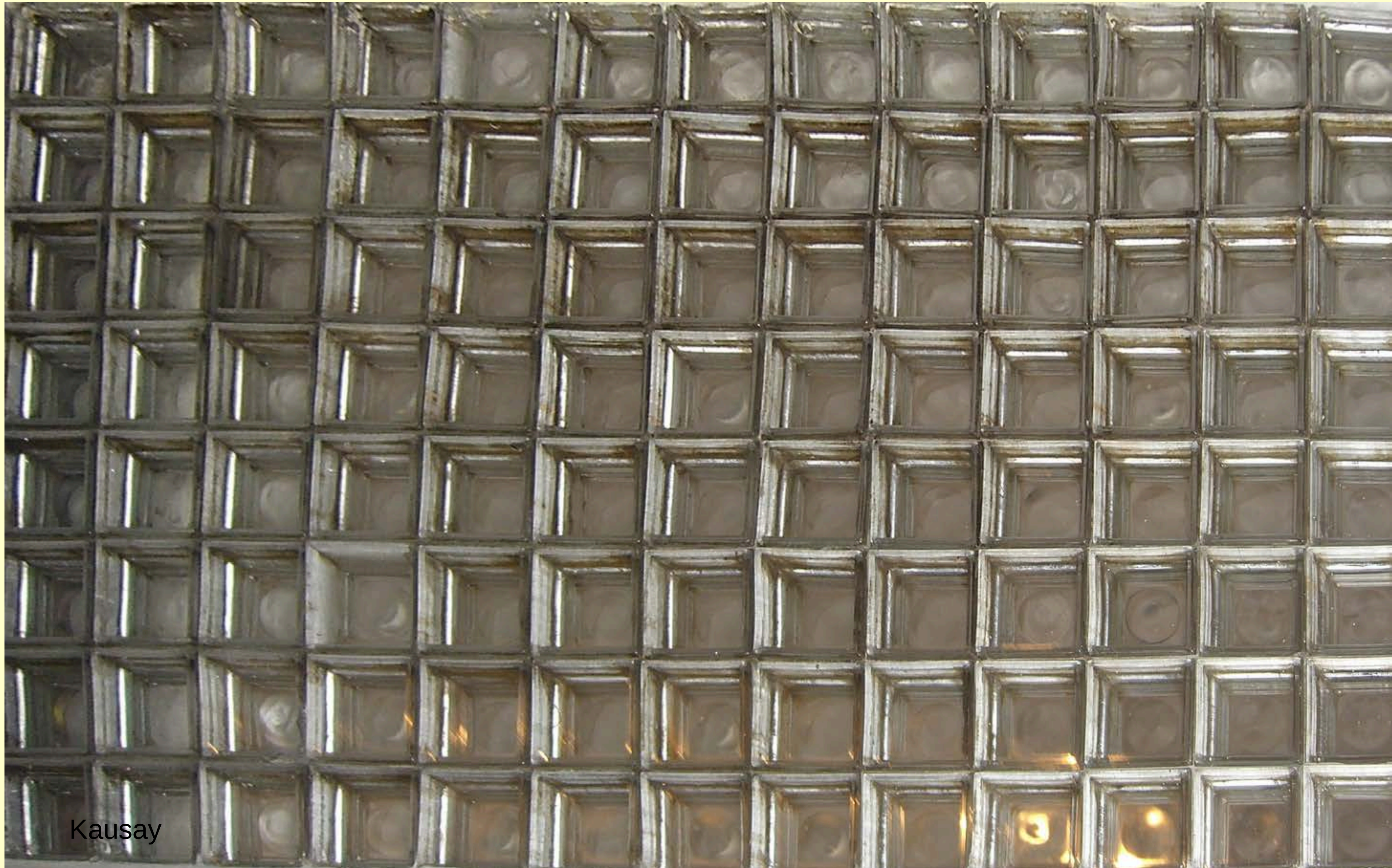
Kausay



Hőszigetelő, kettős üvegtégla

Üvegtégla fal

egy világos és egy ablak nélküli helyiség között



Az üvegtégla falat úgy kell rakni, hogy az üvegtégla ne érintkezzék a másik üvegtéglával, mert amikor a fal mozog, akkor befeszül, és például a sarka letörik. A sérült üvegtégla nem javítható, nem cserélhető, legfeljebb nagyon körülményesen. Ezért az üvegtégla-falat fúgázni kell. Ha a fal mozog, akkor a fúgákban bonyolódik a mozgás, illetve jelennek meg a repedések.

Az üvegtégla fal készítése során az üvegtéglát cementhabarcsba fektetik és nem falazó mészhabarcsba, mert a lúgos kémhatású habarcs megtámadja az üveget. A cementhabarcs a mészhabarcsnál kevésbé lúgos, és sokkal nagyobb a szilárdsága. Ezért tekintik az ilyen falat „üveg-beton”-nak.

A ma gyártott üvegtéglák szegélyén gumi vagy műanyag peremezés van, ami a falmozgások és a lúg korrózió elleni védelem szempontjából is előnyös.

Az építészeti tervrajzon az egyes üvegtéglákat általában nem, csak a falat befoglaló keretet jelölik.

Az üvegtégla falakról részletesebben lehet olvasni: *Széll László*: Magasépítéstan. II. kötet. Harmadik kiadás. Tankönyvkiadó, 1977.

d) A **habüveget** habosítási eljárással készítik. Ennek kétféle módja ismeretes:

1. az üvegolvadékba levegőt vezetnek be és az buborék formájában megmarad. Az üveget irányított hűtéssel megszilárdítják.

2. Az üveget porrá őrlik és gázfejlesztő anyaggal (szén, mészkő) keverik és úgy olvasztják. A gyakorlatban az utóbbi eljárás terjedt el.



FOAMGLAS® hőszigetelő habüveg

Testsűrűsége: 105-165 kg/m^3.

Nyomószilárdsága: 0,6-1,2 N/mm^2.

Hővezetési tényezője: 0,038-0,050 W/mK

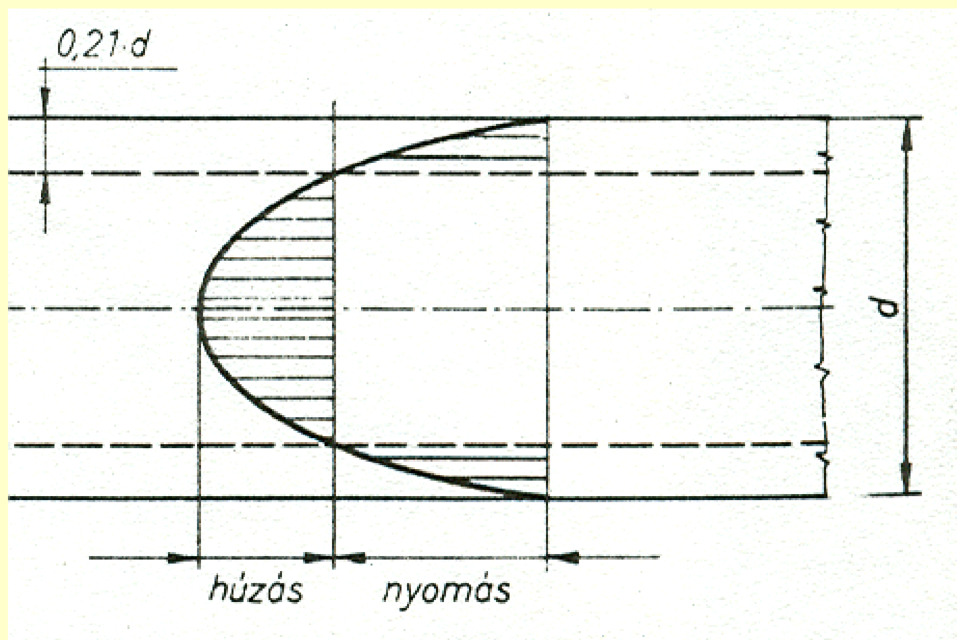
Az üveg megmunkálása építészeti felhasználásra

a) Hajlítás. A síküveg egyik továbbdolgozási módja. A táblákat méretre vágva fém- vagy samottsablonra helyezve óvatosan felmelegítik a lágyulási hőmérsékletig, és így a táblák felveszik a sablon alakját. Nagyobb görbület vagy méret esetén a hajlítást préseléssel egészítik ki.

***b)* A ragasztás a biztonsági üvegek egyik előállítási módja. Az eljárás során az üveglapokat műanyag filmmel ragasztják össze. Törés esetén a ragasztóanyag összetartja az üveget, megakadályozza annak szétesését és szilánkosodását.**

***c)* Az edzés vagy hőkezelés biztonsági üvegek másik előállítási módja. A méretre vágott üveget kemencében néhány percig nagyobb hőmérsékleten tartják úgy, hogy az üveg felületi rétege kissé meg is lágyul, majd hirtelen levegővel vagy olajba mártással lehűtik.**

A hőkezelt üveg szélén nagy nyomó-, belül húzófeszültségek lépnek fel, ezért elsősorban a hajlító-húzószilárdsága nő meg. Ha az edzett üveg eltörik, akkor apró darabokra esik szét és nem szilánkosodik.



Az edzett biztonsági üvegben keletkező feszültségek ábrája

d) Csiszolás és fényezés. A húzott síküveget sok esetben csiszolással és fényezéssel nemesítik, és így állítják elő belőle a portálüvegekhez használatos tükörüveget. A tükörüveg lapjai tökéletesen párhuzamosak, ezért azon átnézve a kép nem kettőződik. Különböző mértékű csiszolás jöhet számításba. A legteljesebb csiszolás az, amikor a síküveg mindkét oldalát teljes egészében csiszolják és fényezik. A lecsiszolt üveg homályos, az átlátszóságot a fényezés adja vissza. Az üveg csiszolóanyaga eddig a kvarchomok volt, újabban alumínium-oxidot használnak e célra. Megkülönböztetnek durva, középfinom és finom csiszolást.

A csiszolást a fényezés követi. A legismertebb fényezőanyag a ferri-oxid, újabban különböző ritkaföldfémeket is használnak. A csiszolás és fényezés között nemcsak a csiszolóanyag minőségében és szemnagyságában, hanem a műveletek kivitelezése során alkalmazott nyomásban is különbség van.

e) A savmaratás célja kettős, nevezetesen a felület mattá tétele vagy a csiszoláskor kapott matt, érdes felület fényessé tétele. A savfürdők legfontosabb komponense a HF (hidrogén-fluorid). Savas maratás után az üveg húzószilárdsága általában nő, és így minőségjavulás figyelhető meg.

f) A festés a felület díszítésére szolgál. A festék kis lágyulási hőmérsékletű üvegzománcból és színtestekből áll. A festék felvitele után ezt festékbeégető kemencében égetik rá az üvegre. A nem jól beégetett festékek könnyen lepattogzanak és így nem tartósak. Ezt a műveletet zománcozásnak is nevezik.

Forrás: *Balázs György* (1984)

Az előző oldalon szó esett arról, hogy az üvegek fényezésére újabban **ritkaföldfémeket** is használnak.

A ritkaföldfémek közé a következő 17 kémiai elem tartozik (zárójelben a rendszám):

szkandium (21), ittrium (39), lantanoidák: lantán (57), cérium (58), prazeodímium (59), neodímium (60), prométium (61), szamárium (62), európium (63), gadolínium (64), terbium (65), diszprózium (66), holmium (67), erbium (68), túlium (69), itterbium (70), lutécium (71).


360x460
2016/10/11 11:08
Kausay



2016/10/11 11:09

Kausay


2016/10/11 11:09
Kausay

MAGYAR ÜVEGIPAR

A magyar üvegművesség elsősorban a német hagyományokra épült. A XVI. században az ablaküveggyártás, valamint az egyszerűbb, díszítetlen használati üveggyártás (pl. tégely) volt jellemző. A XVII. századi földesúri hutákban már díszesebb használati, háztartási üvegműveket állítottak elő. A XVI-XVII. században fa, ón vagy ólom által összeillesztett, kerek vagy hatszögű üveglapokból készült ablakokat állítottak elő.

A XIX. században a nagyipar kialakulásával létrejönnek az üvegipari nagyüzemek is. Kiemelkedő sikereket az *1862*-es londoni, *1873*-as bécsi és az *1900*-as párizsi világkiállítások hoztak. A magyar gyárakból kikerült remekeket mindenhol érmekkel díjazták. Az *1880*-as években honosodik meg Magyarországon az üvegfestészet, melynek kiemelkedő alakja *Róth Miksa* (1865-1944), aki 1900-ben a párizsi világkiállításon ezüstérmet nyert.

A magyar üvegipar igazi fénykorát a XIX. század második felében élte. Először teremtette meg a fúvott kristályüveget, amely napjainkban is Magyarország egyik jelentős exportcikke.

Az építőanyagipar (nem-fém ásványi termékek gyártása) egyik legnagyobb szakágazata az üveg- és üvegtermékek gyártása, amely építőanyagipari termelés 15-16%-át képviseli.

A magyarországi üveggyártás termékszerkezete az elmúlt években jelentősen átalakult, a legnagyobb volument képviselő termékcsoport ma a síküveg.

Magyarországon az üveggyártásra és feldolgozásra a magas technológiai színvonal a jellemző.

Forrás: Nyári Eszter – Tóthné Kiss Klára – Tóth István (2009)

CSOMAGOLÓ ÜVEG

Az Orosházi Üveggyár 1963-ban a magyar üvegipar akkori legnagyobb gyáraként épült, a közeli földgázmezőre települve. A beruházás 1965-ben fejeződött be. Négy öblös huta *csomagoló üveget*, egy huta *hengerelt síküveget* és egy huta *húzott síküveget* gyártott.

A csomagoló üveg gyártó rész 1995 óta van az Owens - Illinois amerikai cég tulajdonában, amely egyike a világ vezető üveg csomagoló anyagot gyártó vállalatainak. A csomagoló üvegeket nagy sorozatban jelenleg egy kemencével, 5 gépsoron, kizárólag fehér színben, az alábbi választékban gyártják:

- **szűk szájú palackok 0,2 litertől 1,75 literig**
- **széles szájú konzerves üvegek 115 ml-tól 4250 ml-ig;**

a konzerv-, az ásványvíz és üdítőital ipar, valamint a bor- és szeszipar számára.

Az olvadékból a formázás üveggyártó automatákkal történik.


EBNER
MATIAS
TÖRNAI
Kausay

SÍKÜVEG

Float (úsztatott) üveg

A síküveg-gyártás jelenleg alkalmazott legmodernebb eljárása a float technológia, amelynél az olvadt üveget ónfürdőn úsztatva vízszintes húzással történik az üvegszalag kialakítása.

Magyarországon a világ első három síküveg gyártó vállalata között szereplő amerikai Guardian Industries cégcsoporthoz tartozó Guardian Orosháza Kft. gyárt úsztatott (float) síküveget.

A float üveggyár 1991-ben épült fel Orosházán az akkori orosházi üveggyár épületeinek, berendezéseinek egy részét felhasználva és átépítve.

A cég 2004-ben bővítette gyártócsarnokát, a gyártósorát újjáépítve, modernizálva kapacitásnövelő beruházást hajtott végre, ma már naponta kb. 570 tonna float üveget gyárt.

2007-ben újabb fejlesztéssel a katódporlasztásos technológiával készülő *bevonatos üveggyártást* indították el. Ez a bevonat teszi lehetővé azt, hogy a hőszigetelő üvegszerkezet a legszigorúbb építészeti előírásoknak is megfelel. A Guardian Orosháza Kft. termelésében a magyar piac részesedése mintegy 30 %, a többi üveget külföldön értékesíti.

A **float üveg** magas fényáteresztő képességű, kiváló optikai tulajdonságokkal rendelkezik. Különböző vastagságban és méretben, akár több színben is gyártják.

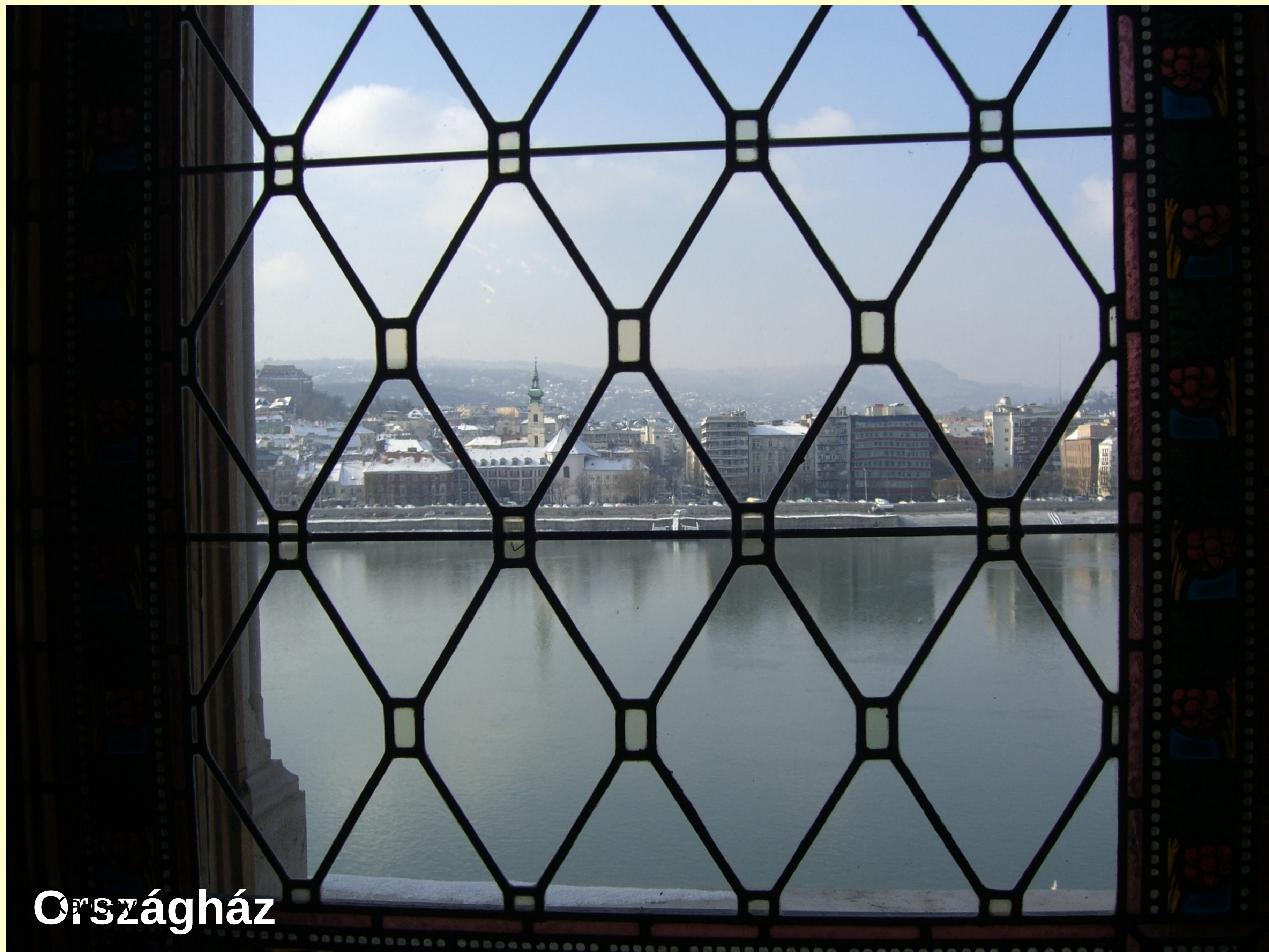
Végtermékként rendkívül széles körben használják az építészetben (vágva, csiszolva, fúrva, sav maratva, stb. és ajtónak, ablaknak, bútornak, üvegháznak, ...), de emellett alapanyaga számos további megoldásnak, mint például tükör, hőkezelt/edzett, hőszigetelt, ragasztott, biztonsági, hő és fényvisszaverő üvegek.

Hengerelt síküveg

Hengerelt síküveg gyártás a korábbi években volt Magyarországon, jelenleg azonban nincs.

FOLYAMATOS ÜVEGROST

Folyamatos üvegrost gyártás nem volt Magyarországon, és jelenleg sincs.


Országház

HÁZTARTÁSI ÜVEG
(Asztali üvegáruk, kristály- és díszmű üveggyártás és egyéb háztartási üvegek)

Az ASZTALI ÜVEGÁRUK (poharak, háztartási üvegáruk, világítási üvegáruk, kissorozatú speciális palackok) legjelentősebb hazai gyártója az R-Glass Hungary Kft. Az 1893-ban alapított Salgótarjáni Palackgyár 1992-tól részvénytársaságként működött ST Glass Öblösüveggyártó és Forgalmazó Rt. néven, a gyárat 2006. októberében losonci érdekeltségű szlovák magánvállalkozók vásárolták meg az államtól.

2001-2002-ben két kemencét felújítottak, a meglévő két gépi és kézi kemence összes kapacitása 80,8 t/nap, amelynek jelenleg kb. a felét üzemeltetik. A gyárban a kézi és gépi gyártású üvegáruk széles skáláját állítják elő.

Termékei *hagyományos, kézi eljárással* készülő poharak, kelyhek, vázák, tálak, palackok, *gépi fúvott eljárással* készülő poharak, kelyhek, *gépi préselt eljárással* készülő poharak, mécses- és illatosító tartók, fagylaltkelyhek, hamutartók *kézi, gépi és félautomata eljárással* készülő világítási áruk, melyek az USA, a francia, az olasz, a cseh, a német és a japán piacokra kerülnek.

Kausay

A **KRISTÁLYÜVEGEK** nagyobbrészt egyedi jellegű, kissorozatú, lényegében kézi megmunkálású termékek, minimum 24 % ólomoxidot tartalmazó ólomkristályok, és 10 % feletti káliumoxidot tartalmazó kristályüvegek. A piaci kereslet csökkenése, továbbá a költséges manufakturális munkaműveletek (fúvás, csiszolás, festés, stb.) az árban a ráfordítás arányában nehezen érvényesíthetők. A háztartási üveggyártásban mindezek következtében jelenleg is tart a termelés és a létszámcsökkenés. A **parádi üveggyárat** 2005-ben, több üveggyárat pedig már korábban bezártak.

Ma már csak az 1878-1879-ben indult **Ajka Kristály Kft.** gyárt Magyarországon kristályüveget. Termékei az ólomkristály és káli-kristály üvegből kézi technológiával gyártott egyedi kisszériás, magas művészi értéket képviselő, igényes kivitelű díszmű-üvegek, poharak, kelyhek, italtárolók.

Termelés nagy részét, közel 90%-át exportra gyártják. Főbb exportpiacaik: USA, Németország, Ausztria, Olaszország, Franciaország; Svájc, Nagy-Britannia, de keresett az ajkai üveg Japánban és Dél-Kelet Ázsiában is.

Az 1990-es privatizáció során az Ajka Kristály Kft. a FOTEX cégcsoport tagja lett. 1990 után jelentős mértékű műszaki fejlesztés történt, megteremtették a feltételeit a környezetbarát és minőségi üveget biztosító elektromos üvegolvasztásnak, a színkombinált termékek gyártásának, valamint a kézi üvegfestésnek.

A káliüveg olvasztására 3 gáztüzelésű és 1 elektromos kemence, az ólomüveg olvasztására 3 elektromos kemence, a színes üveg olvasztására 2 db mobil fazekas kemence áll rendelkezésre. Jelenleg rendelkezésre álló kapacitásnak csak a töredékét használják, káliüveget csak az elektromos kemencében olvasztanak, illetve egy ólomkemencében folyik a termelés. Ajkacsingerben van a II. sz. telephely káli-kristály üveggyártására, ahol jelenleg nincs termelés.

2003. óta Hungarian Top Table Kft. néven Halimbán működik a Zwiesel (német) vállalat leányvállalata, amely asztali üvegárut gyárt. Termékeik speciális, mosogatógép álló üvegből készülnek. Az üveg olvasztó kemence 20 t/nap kapacitás alatt van.

A gyógyszeripar részére szolgáló csomagoló üveget (üvegcsét) és injekciókhoz szükséges ampullát a német és svájci tulajdonban lévő Forma Vitrum Kft. gyárt Lukácsházán, üvegcsövekből. A gyár területén nincs üvegolvasztás. A díszmű üvegek (dísztárgyak, karácsonyfadíszek, egyedi palackok stb.) gyártása főleg kézimunkával, kisüzemi méretekben történik.

SPECIÁLIS ÜVEG

Magyarországon fényforrás-gyártással a GE Hungary Zrt. és a Lighttech Lámpatechnológiai Kft. foglalkozik.

- **GE Hungary Zrt. (GE = General Electric)**

A fényforrás-gyártás egyik fontos eleme az üveggyártás, mivel a több száz termék nélkülözhetetlen alkatrészeinek alapanyaga az üveg, csak úgy mint a lámpatest, lámpabúra, illetve az állvány, mely a lámpa működéséhez szükséges fémalkatrészeket hordozza.

A GE Hungary Zrt. jogelődje a Tungsram Egger Béla telefon- és távíró berendezéseket gyártó vállalata 1896-ban alakult át Budapesten, és tevékenységét - kiegészítve a szénszálas izzólámpák gyártásával - Egyesült Villamossági Rt. néven folytatta tovább.

A Tungsram néhány év múlva *Just Sándor és Hanaman Ferenc* találmánya alapján - elsőként a világon - hozzálátott a sokkal nagyobb fényhasznosítású és hosszabb élettartamú volfrámszálas izzólámpák gyártásához is.

A General Electric Company 1989 végén vásárolta meg a gyár 51%-ának tulajdonjogát, majd 1993 végére a gyár teljes mértékben a tulajdonába került. A General Electric tulajdonszerzését követően a vállalat működése megváltozott. A törzstelepen (Budapest Váci út) a vállalat irányítása és a lámpagyártás lett a fő tevékenység. Ezzel együtt a gyártott termékek köre bővült.

Jelenleg fényforrások széles skáláját gyártják a különböző gyárakban: hagyományos izzó, autólámpák, fénycsövek, reflektorok, kisülő lámpák, kompakt fénycsövek, fémhalogén lámpák, nátrium lámpák.

A Tungsram első üveggyár épületét 1930-ban építették Budapesten, azóta folyik benne vákuumtechnikai üvegalkatrészek gyártása. Az Üveggyárban az 1960-as évek idején egyidejűleg öt, különböző típusú üveget olvasztó kemence működött, ami jelentős terhelést jelentett a környezetre, ezért a normállámpa ballon tömeggyártását Nagykanizsára, az ólomüvegcső- és fénycsőbúra-húzást pedig Vácra, a fejüveg-gyártást Zalaegerszegre telepítették.


2010/11/10 19:02
Kausay
Magyar Tudományos Akadémia

Az üveg funkciója a lámpában:

- fényáteresztés/fényszűrés;
- vákuumzáró kötés üvegalkatrészek, fém bevezetők között;
- elektromos szigetelés fém bevezetőknél;
- formázhatóság a gyártási folyamatokban;
- hőállóság/hőlökésállóság;
- megfelelő szilárdság;
- jó kémiai ellenállóképesség;
- időjárás-állóság.

Gyártott üvegtípusok:

- boroszilikát keményüveg (Budapest): különböző lámpaburák alapanyagául szolgál;
- mész-magnézia (alkáli-földalkáli) üveg (Nagykanizsa): vékonyfalú üvegtermék, főleg lámpabúra (ballon) előállításához;
- magnézia üvegcső (Vác), amely a lámpa testet alkotja, ill. annak méreteit és megjelenését meghatározza;
- ólom-mentes üvegcsőből (Vác) készített ún. állvány, amely a lámpatest két végéhez forrasztva lezárja a csövet, és biztosítja a szivattyúzáshoz szükséges segédszerkezeteket, illetve egyes kompakt fénycsövek külső burája;
- vitrit üveg: lámpafejek gyártásához szükséges szigetelőüveg.

Jelenleg (2009) az erősödő piaci verseny és az egyre csökkenő kereslet következményeként az üveggyártó kapacitások csak részben kerülnek kihasználásra, továbbá a 2009. áprilisában a Váci Gyárban az ólommentes üvegcső gyártást ideiglenesen leállították.

További nehézséget okoz a hagyományos izzólámpa gyártás európai leállítása.



Kausay

➢ Lighttech Lámpatechnológia Kft.

A vállalat tulajdonosa egy magyar származású úr, aki 19 évesen az USA-ba ment, ott részt vett a lámpagyártásban, majd Magyarországon létrehozta a saját lámpagyárát. 1992-ben, zöldmezős beruházással Dunakeszin épült fel a gyár. A szolárium és germicid lámpákhoz gyártanak peremezett vagy peremezetlen üvegcsövet két kemencével. A kemencék összes kapacitása 30 t/nap, az üvegcső gyártás *Vello* vagy *Danner* technológiával történik.

A feszültségtelenített csövek kb. 1%-a további feldolgozásra, „csavarásra" kerül. Az üvegburákat minősítés és csomagolás után a Kft. szomszédos telephelyére szállítják további feldolgozásra, szerelésre. Termékeit a hazai piac mellett Európában, Amerikában és Ázsiában értékesítik.

A germicid lámpákat az ipar víztisztításra, szennyvíztisztításra, illetve a mikroelektronikai ipar levegőtisztításra használja.
A szolárium lámpák felhasználása kozmetikai célú.

ÜVEGGYAPOT

Az országban üveggyapotgyártással az **URSA Salgótarjáni Üveggyapot Rt. foglalkozott**.

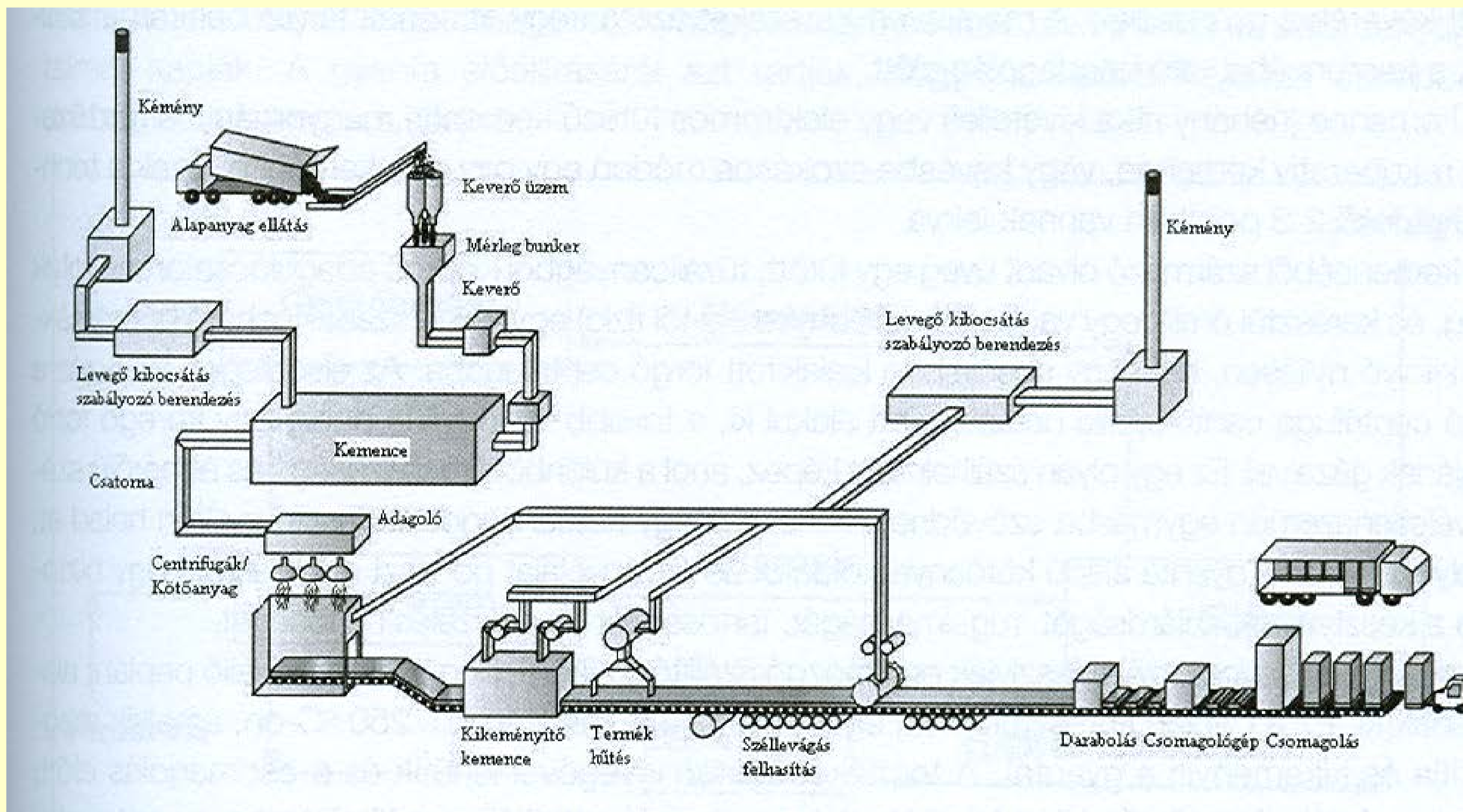
A gyár 1987-ben az első japán-magyar vegyes-vállalatként alakult meg, üveggyapot szigetelőanyag gyártására, Salgótarjáni Üveggyapot Rt. néven. A termelés 1989-ben indult, két gyártósoron, az egyiken filc- és laptermékeket, a másikon csőhéj termékeket gyártottak. 2003-tól a cég 100%-ban a spanyol URALITA SA konszern tulajdonába került. A gyár történetét a működési időszak alatt a folyamatos műszaki fejlesztés és a kapacitások bővítése jellemezte, kapacitása - a létszám változatlanul tartása mellett - háromszorosára nőtt a megalakulása óta. A minőségre jellemző üvegszál átmérő pedig 25%-kal javult ezen időszak alatt.

A kemencét többször is átépítették, az 1999-ben bevezetett, már akkor is korszerű oxigén-tüzelést tovább fejlesztették 2007-2008-ban, illetve elektrosztatikus porleválasztót telepítettek a kemence porkibocsátás csökkentésére.

Az URSA márkanéven forgalmazott főbb termékek voltak:

- építészeti hőszigetelő termékek (tetőterek, padlók, homlokzatok);
- akusztikai szigetelések (válaszfalak, hangelnyelő és csillapító termékek);
- épületgépészeti és műszaki szigetelések (csőhéj, lamella, műszaki filcek és lapok).

Az anyacég döntése alapján, a gyárban 2009. áprilisában megszűnt a termelés, az üvegolvasztó kemencét lebontották.



Üveggyapot gyártás vázlatos rajza

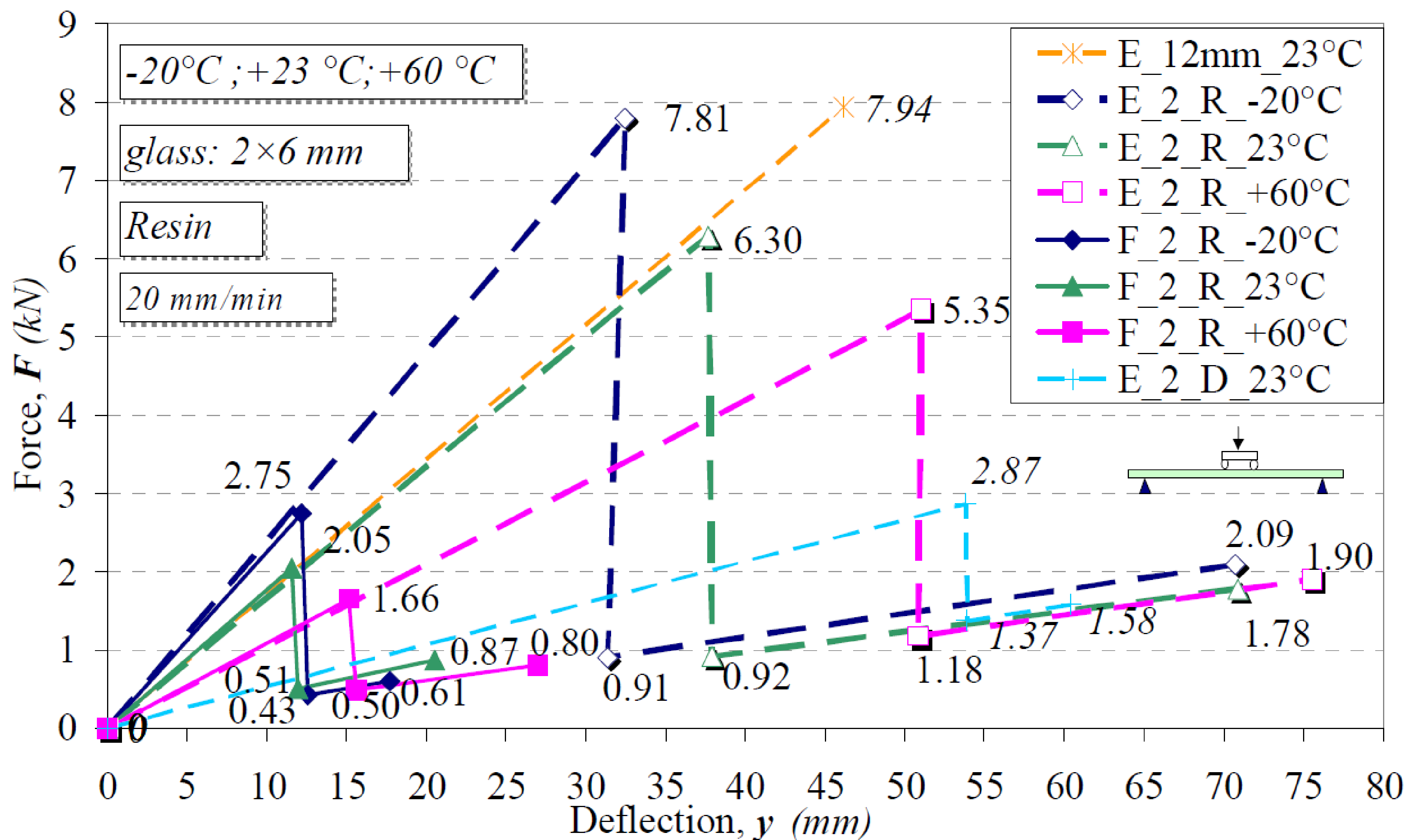
Forrás: ***Nyári Eszter – Tóthné Kiss Klára – Tóth István*** **(2009)**

Ma az üveg hagyományos alkalmazását meghaladó módon **üvegből tartószerkezeteket** is készítenek. Eleinte üvegtetők, felülvilágítók, épület homlokzatok, majd később lépcsők, kisebb födémszakaszok készültek, ma már gerendák, kéthéjú homlokzatok, kupolák stb. is készülnek üvegből (sajnos néhol ott is, ahol az esztétikailag egyáltalán nem kívánatos).



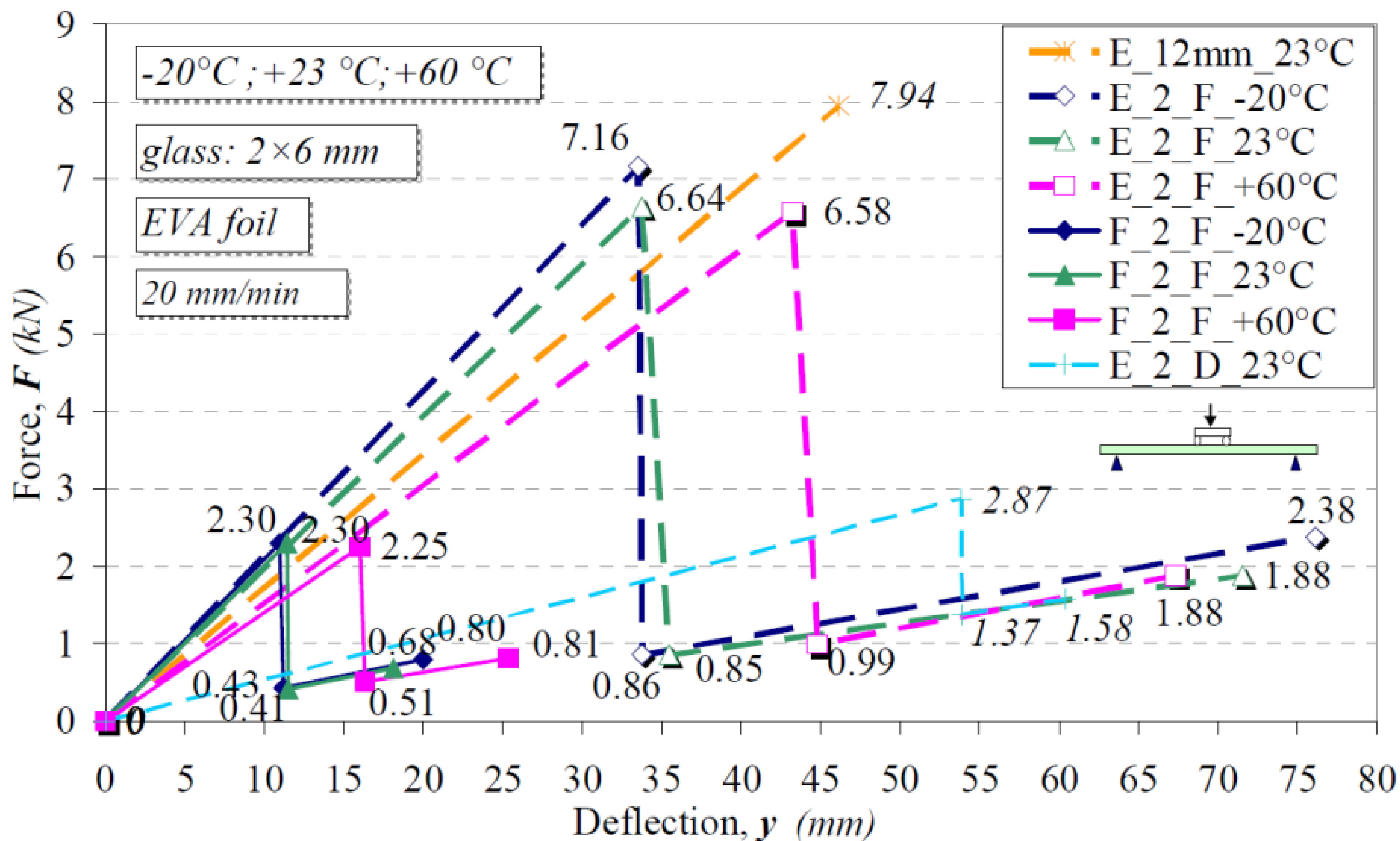
Szép példa:
Üveg födémszakasz
az esztergomi Vármúzeumban,
a feltárt kőalapok bemutatására





Kétrétegű, 6 mm-es üvegrétegekből álló, gyantával laminált üvegek erő-lehajlás diagrammja.

Forrás: *Pankhardt Kinga* PhD értekezése (2009): Teherhordó üvegek



Kétrétegű, 6 mm-es üvegrétegekből álló, etil-vinil-acetát (EVA) fóliával laminált üvegek erő-lehajlás diagrammja.

Forrás: *Pankhardt Kinga* PhD értekezése (2009): Teherhordó üvegek

ÜVEGGYÁRTÁSI ALAPANYAGOK

Üvegképző anyagok

Kvarchomok, saját cserép, idegen cserép

Módosító anyagok

Szóda (Na_2CO_3), mészkő ($CaCO_3$), kalcinált mész (CaO), dolomit ($CaCO_3.MgCO_3$), kalcinált dolomit (CaO.MgO), földpát, nefelin-szienit, hamuzsír, folypát, timföld, cink-oxid, ólom-oxid, bárium karbonát, bazalt, vízmentes nátrium-szulfát, kalcium szulfát és gipsz, bárium-szulfát, nátrium-nitrát, kálium-nitrát, bór tartalmú anyagok (pl. bórax, colemanit, bórsav), antimon-oxid, arzén-trioxid, kohósalak (kevert kalcium, alumínium, magnézium, szilikát és vas-szulfid)

Színező/színtelenítő szerek

Vas-kromit ($Fe_2O_3.Cr_2O_3$), vas-oxid (Fe_2O_3), kobalt-oxid, szeléncink $\Rightarrow$ szelenit ($ZnSeO_3$)

ÉPÍTŐANYAG ○ 98/1

Forrás: *Tóthné Kiss Klára* (1998)

Kausay

Üvegipari homok felhasználása (1997)

Származási hely	Mennyiség, t	%
Fehérvárcsurgó	250 586	95.7
Kisőrs	1 200	0.5
Strelec, Provodin (Csehország)	1 200	0.5
Lengyelország	7 500	2.9
Ukrajna	400	0.2
Weferlingen (Németország)	1 050	0.4
Összesen	**261 936**	100.0
Összes alapanyagon belüli részarány		**53.9**
Fehérvárcsurgói homok minőség szerinti megoszlása		
F28	10 186	4.1
F50	99 400	39.7
F70	141 000	56.3
Összesen	250 586	100.0

Üvegipari Al-hordozó felhasználása (1997)

Anyagtípus	Származási hely	Mennyiség, t	%
Káliföldpát	Pécsvárad	19 400	79.8
	Halamky (Csehország)	4 100	16.9
Nátronföldpát	Strumica	–	–
Lítiumföldpát	Ausztrália	–	–
Timföldhidrát	Ajka	790	3.2
	Moson-magyaróvár	30	0.1
Timföld	Ajka	–	–
Zeolit	Ajka	–	–
Összesen		**24 320**	100.0
Összes alapanyagon belüli részarány			**5.0**

Üvegipari dolomit felhasználása, 1997

Származási hely	Mennyiség, t	%
Gánt	25 600	46.7
Pilisvörösvár	1 628	3.0
Iszkaszentgyörgy	23 500	42.9
Paks	2 200	4.0
Szlovákia	1 900	3.5
Összesen	**54 828**	100.0
Összes alapanyagon belüli részarány		**11.3**
Dolomitminőség származási hely szerint		Fe_2O_3, %
Gánt		max. 0.05
Pilisvörösvár		max. 0.03
Iszkaszentgyörgy		max. 0.1
Paks		0.08
Szlovákia		0.02

Üvegipari mészkő felhasználása (1997)

Származási hely	Mennyiség, t	%
Eger-Felnémet	14 952	42.2
Sajókeresztúr	19 000	53.7
Dorog	1 440	4.1
Összesen	**35 392**	100.0
Összes alapanyagon belüli részarány		**7.3**

Mészkőminőség származási hely szerint	Fe_2O_3 %
Eger-Felnémet	max. 0.05
Sajókeresztúr	max. 0.15
Dorog	0.12

Kausay

Szódafelhasználás az üvegiparban (1997)

Származási hely	Mennyiség, t	%
Solvay (Ausztria)	8 000	7.4
Govora, Ocna-Mures (Románia)	97 492	90.4
Ciech sa. (Lengyelország	2 300	2.1
Összesen	**107 792**	100.0
Összes alapanyagon belüli részarány		**22.2**

Szódaminőség származási hely szerint	Fe_2O_3 %	NaCl, %
Solvay	0.003	0.20
Govora, Ocna-Mures	0.006	0.50
Ciech sa.	0.003	0.20

Kausay

Egyéb anyagok felhasználása (1997)

Anyagtípus	Származási hely	Mennyiség, t
Gipsz	Rudabánya	480
Na-szulfát	Ausztria	750
Bórsav, bórax	USA, Törökország	730
Hamuzsir		52
Összesen		**2 012**
Összes alapanyagon belüli részarány:		**0,4%**
Felhasznált olvasztási alapanyag:		**486 280**

Az üveg alapanyagainak tulajdonság módosító szerepe

Alapanyag	Alapanyag szerepe	Az üvegolvasztáshoz felhasznált anyag
SiO_2	Az üveg legfontosabb alapanyaga	Tiszta kvarchomok. Szemnagyság 0,1-0,5 mm. Vas-oxid-tartalma táblaüveghez 0,2 m%-nál, tükörüveghez 0,01 m%-nál kisebb
Na_2O	Csökkenti az olvadék viszkozitását, lényegesen csökkenti az olvadási hőmérsékletet *, rontja mechanikai tulajdonságait	Na_2CO_3 (nátrium-karbonát, szóda), Na_2SO_4 (nátrium-szulfát) + koksz, $NaNO_3$ (nátrium-nitrát)
K_2O	Javítja a préselhetőséget, szebbé teszi a felületet	K_2CO_3 (kálium-karbonát), KNO_3 (kálium-nitrát)
CaO	Javítja a mechanikai tulajdonságot, nagyobb mennyiségben adagolva viszkozitás-csökkentő	Márványliszt, mészkő, dolomit

*** Mint például a NaCl jégolvasztósó só a jégét.**

Alap-anyag	Alapanyag szerepe	Felhasznált anyag
MgO	Gátolja a kristályosodást, javítja a kémiai ellenállást	Dolomit
B_2O_3	Csökkenti az olvadék viszkozitását és kristályosodási hajlamát, javítja korrózióállóságát (Boroszilikát üveg, E-üveg)	Bórsav és vízmentes borax
ZrO	Javítja az üveg mésszel szembeni korrózióállóságát (Cirkonüveg, AR üveg)	
$A1_2O_3$	Minden üvegben bizonyos mennyiségben megtalálható. Csökkenti a kristályosodási képességet és javítja a mechanikai tulajdonságot	Földpát ⇨, fonolit, $Al(OH)_3$

Forrás: *Balázs György* (1984).

Kálifoldpát (ortoklász): $K\ Al\ Si_3\ O_8$

Nátronföldpát (albit): $Na\ Al\ Si_3\ O_8$

Kalcium- vagy mészföldpát (anortit): $Ca\ Al_2\ Si_2\ O_8$

A földpátok a <u>*Mohs*-féle keménységi skála</u> referencia ásványai, keménységük: 6-6,5



Forrás: http://hu.wikipedia.org/wiki/F%C3%B6ldp%C3%A1t

MUCSI LÁSZLÓNÉ
(Ü. M. OROSHÁZI ÜVEGGYÁR)

Pécsváradi földpátos, homok felhasználása az üvegiparban

SZILIKÁTTECHNIKA. 1987. 5. szám, pp. 113-116.

A csomagolóüvegek korszerű gépi gyártása során élőtérbe kerül az üveg mechanikai *szilárdságának növelése*, mivel az üvegek töltésére alkalmazott gépek egyre nagyobb teljesítményűek. Az üveg szilárdságát az Al_2O_3 tartalma biztosítja, ami még *növeli az üveganyag kémiai ellenállóképességét is.*

Hátrányos tulajdonsága, hogy az olvasztási hőmérsékleten növeli az üveg viszkozitását (rontja a folyósságát), ezért az Al_2O_3-tartalmú üvegek magasabb olvasztási hőmérsékletet igényelnek. Az Al_2O_3-tartalom üvegbe történő bevitelére különböző ásványi eredetű alumíniumhordozót alkalmaznak, leggyakrabban földpátot.

Magyarországon földpát, mint ásványvagyon nem áll rendelkezésre, így az üveggyárak vagy importból szerzik be, vagy hazai gyártású timföldhidrátot használnak, illetve használtak. A timföldhidrát a bauxitból történő alumíniumgyártás közbülső terméke, aluminát-lúgból kimosással nyerik.

1979-ben kezdtek kísérleteket végezni a **pécsváradi földpátos homokkal**, hogy a timföldhidrátot egy kedvezőbb tulajdonsággal rendelkező, lehetőleg természetes anyaggal helyettesítsék.

SiO_2	Al_2O_3	K_2O	Fe_2O_3	Na_2O	CaO	MgO
74—85	7—12	4—5,5	1—1,8	0,6—0,9	0,16—0,5	0,08—0,19

1. táblázat. A bányanyers pécsváradi földpátos homok kémiai összetétele %-ban.

SiO_2	Al_2O_3	Na_2O	K_2O	Fe_2O_3
76—84	8,5—9,5	0,65—0,8	4,6—6,4	0,27—0,36

2. táblázat. Mosott pécsváradi földpátos homok kémiai összetétele %-ban.

A pécsváradi földpátos homok tartalmazza az üvegoxidokat, és az olvasztáshoz igen fontos K_2O-t, valamint Fe_2O_3-t.

1984-ben került sor az első hosszabb időtartamú, 19 napos üzemi kísérletre az Orosházi Üveggyár zöld üveget gyártó hutájában, a következő keverék összetétellel, azt 880 kg-os olvadt üvegre számolva:

Nyersanyagok	Súly (kg)
Fehérvárcsurgói homok	492,9
Szóda (100%-os)	199,7
Dolomit	79,1
Mészkő	107,2
Pécsváradi földpátos homok	158,3
Nátriumszulfát	5,4
Folypát	9,1
Kromit	2,6

Kausay

A pécsváradi földpátos homok *nagyüzemi kísérletei* alapján megállapították:

- A pécsváradi földpátos homok mind kémiai összetétele, mind szemmegoszlása, valamint olvasztási tulajdonsága alapján alkalmas üveggyártás céljára.

- Zöld üveg gyártásra a kísérlet alapján egyértelműen alkalmas.

- Fehér öblös, vagy húzott síküveg gyártására az Fe_2O_3 tartalom 0,35 tömeg% alá csökkentése és stabilizálása után alkalmazható, amelynek feltételeit megteremtették.

1985-ben a zöld üveget, 1986-ban már a fehér üveget is pécsváradi földpátos homok felhasználásával gyártották.

Az olvasztásnál a korábbi timföldhidrátos keverékkel összehasonlítva nem volt többlet gázfogyasztás. Az üzem tapasztalatai pozitívak voltak, az üveg kidolgozhatósága jobb volt az előzőekhez viszonyítva, az üveggyártási paramétereit könnyebben tudták tartani.

Forrás: *Mucsi Lászlóné* (1987)

ÜVEGGYÁRTÁSI SZÍNEZŐ ELEMEK

ELEM	ION	SZÍN
Réz	(Cu^{2+})	Világoskék
Króm	(Cr^{3+}), (Cr^{6+})	Zöld, Sárga
Mangán	(Mn^{3+})	Ibolya
Vas	(Fe^{3+}), (Fe^{2+})	Sárgásbarna, Kékes-zöld
Kobalt	(CO^{2+}), (CO^{3+})	Intenzív kék, de bórüvegekben rózsaszín, Zöld
Nikkel	(Ni^{2+})	Szürkésbarna, sárga, zöld, kéktől az ibolyáig az üveg mátrixtól függően
Vanádium	(V^{3+})	Szilikát üvegben zöld, bórüvegben barna
Titán	(Ti^{3+})	Ibolya (redukáló környezetben olvad)
Neodímium	(Nd^{3+})	Pirosas-ibolya
Szelén	(Se^{O})	Rózsaszín (Se^{2+}, Se^{4+}, és Se^{6+} is, az üveg típusától függően)
Prazeodímium	(Pr^{3+})	Világoszöld

Üvegfajta jele	Üvegfajta neve	Fő alkotói	Felhasználási területe
A-üveg	Alkálikus üveg (Ilyen az ablaküveg) (Alkáli = nátrium- és kálium-oxid neve)	SiO_2 + Na_2O és/vagy K_2O + CaO és/vagy MgO	Húzott, hengerelt és sajtolt síküveg, üvegszál bitumenes fedéllemezhez
E-üveg	Semleges üveg Boroszilikát üveg	SiO_2 + CaO és/vagy MgO + B_2O_3	Finom üvegszál erősített műanyagokhoz, hőszigetelő anyagokhoz
	Kvarcüveg	SiO_2	Különleges feladatokhoz
AR-üveg (alkáli rezisztens)	Cirkonüveg	SiO_2 + ZrO	Finom üvegszál szálerősítésű betonhoz

NÉHÁNY ÜVEGFAJTA JELLEMZŐ ÖSSZETÉTELE

Összetevő	Csomagoló üveg Tömegszázalék	Síküveg Tömegszázalék
Szilícium-dioxid (SiO_2)	71-73	72,6
Nátrium-oxid (Na_2O)	12-14	13,6
Kalcium-oxid (CaO)	9-12	8,6
Magnézium-oxid (MgO)	0,2-3,5	4,1
Alumínium-oxid (Al_2O_3)	1-3	0,7
Kálium-oxid (K_2O)	0,3-1,5	0,3
Kén-trioxid (SO_3)	0,05-0,3	0,17
Színmódosítók, stb.	Nyomokban	Nyomokban

Forrás: ***Nyári Eszter – Tóthné Kiss Klára – Tóth István*** **(2009)**

AZ ÜVEG TULAJDONSÁGAI

a) FIZIKAI TULAJDONSÁGOK

Ablaküveg (A-üveg) *sűrűsége* 2,5 g/cm^3.

Az üveg lineáris *hőtágulási együtthatója* az alkotók arányából kiszámítható, átlagosan (6-9)·10^{-6}/K.

A kvarcüvegek *fajhője* 0,75 J/(g·K), az ablaküvegeké átlagosan 0,84 J/(g·K)-nak vehető.

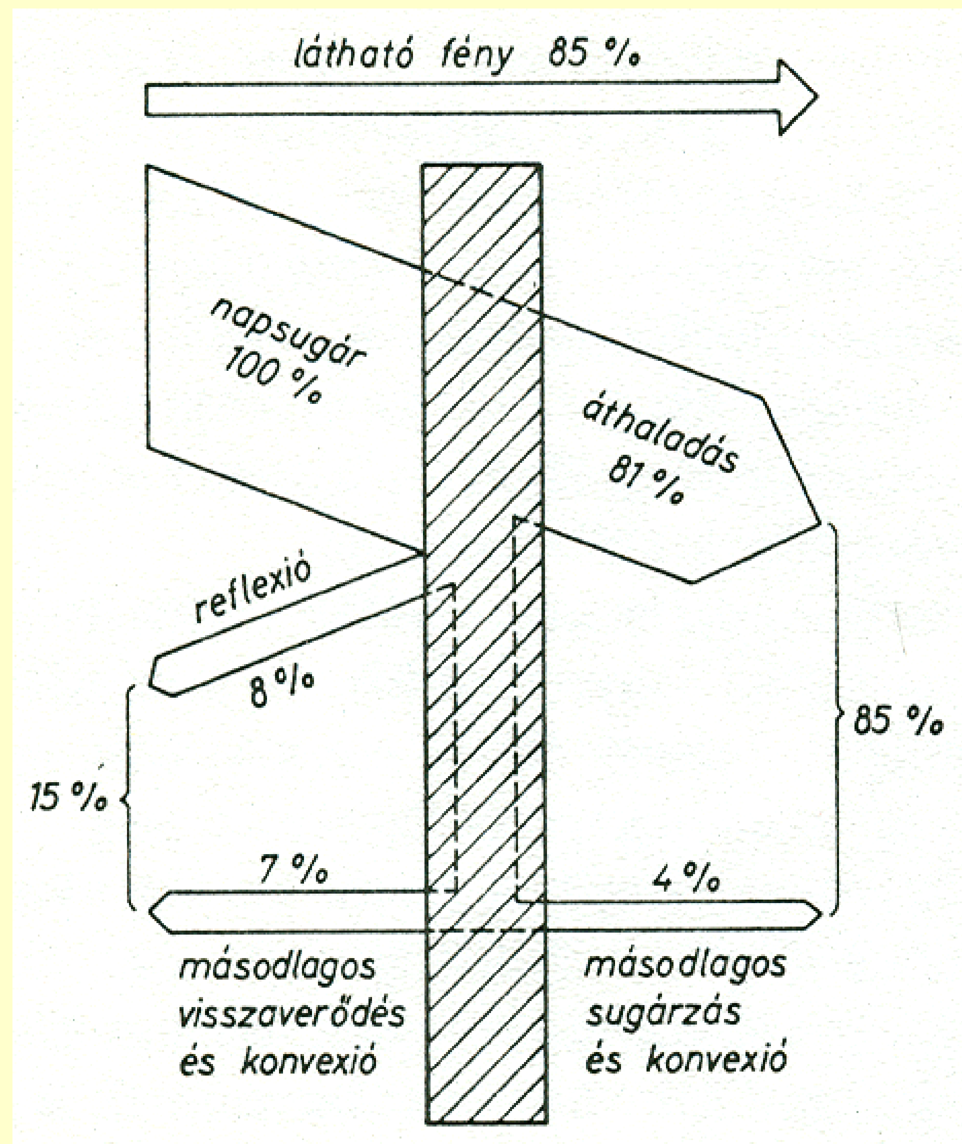
***Hőlökésállóság* az üvegnek azt a a tulajdonságát jellemzi, hogy gyors hőmérséklet-változás hatására az üveg próbatestről az első szilánk lereped. Ebben azonban nemcsak az anyagi, hanem az alaki tulajdonság is szerepet játszik. Az anyagi tulajdonságot azzal a hőmérséklet-különbséggel jellemzik, amelynél 30 mm hosszú és 6 mm átmérőjű üvegelemen az első kipattogzás észlelhető.**

Az ablaküvegeknél az ablak közelében elhelyezett fűtőtestek jelentős *hőtágulást* okozhatnak. Erre a szerkezeti kialakítás során tekintettel kell lenni, mert különben az üveg törhet.

A fényátbocsátó képesség **az üvegeknek igen fontos tulajdonsága, amely függ az üveg anyagától, színétől, vastagságától és a fény beesési szögétől. Merőleges fénybeesés esetén a**

- **szokásos vastagsagú üvegtábla fényátbocsató képessége kb. 90%,**
- **színtelen ornament üvegeké 70-85%,**
- **huzalbetétes üvegé 55-65%,**
- **homokfúvott síküvegé 75%.**

Színezett üvegek nehézfémoxid alkotói a látható fény meghatározott tartományában csökkentik az üveg fényátbocsátó képességét.



Síküvegre eső fény részekre bomlása

Az előző oldalon szó esett arról, hogy a színezett üvegek nehézfém-oxid alkotói a látható fény meghatározott tartományában csökkentik az üveg fényátbocsátó képességét.

A nehézfém fogalma fémes tulajdonságokkal rendelkező kémiai elemek nem pontosan meghatározott csoportjára utal.

Nehézfémként számon tartott elem például az ólom, arzén, higany, alumínium, cink, titán, króm és vas.

Az üvegnek nincs lényeges *hangszigetelése*, de jelentősen javul az üvegezések közötti légrésekkel, különösen, ha a táblák vastagsága különböző.

Az üveg szobahőmérsékleten gyakorlatilag *nem vezeti az elektromosságot*, inkább szigetelőanyagnak tekinthető.

b) MECHANIKAI TULAJDONSÁGOK

Az üveg *nyomószilárdsága* az összetételtől függően 600-1300 N/mm^2.

A *hajlító-húzószilárdság* ennek mintegy 1/10-e: 50-190 N/mm^2.

Az üveg *elméleti húzószilárdsága* 10.000-30.000 N/mm^2. Az üveg húzószilárdságának csak az üvegszálak esetében van jelentősége. Amíg 5-7 μm átmérőjű üvegszálak húzószilárdsága 2.000 N/mm^2, addig az 1 μm-nál kisebb átmérőjű üvegszálak húzószilárdsága megközelíti az elméleti értéket: 10.000 N/mm^2.

Az üveg *tartós szilárdsága* kicsi, ezért tartós terhelésre nem szabad igénybe venni (mégis alkalmazzák tartószerkezeti elemként, érdemes lenne e tekintetben kutatásokat végezni).

Az üveg *rugalmassági modulusa* 70000-80000 N/mm^2, *Poisson tényezője* 0,245. Összehasonlításképpen:

Anyag	**Rugalmassági modulus, N/mm^2**	***Poisson* tényező, mintegy**
Polipropilén	**6000**	**0,500**
Beton	**20000 – 30000**	**0,167**
Üveg	**70000 – 80000**	**0,245**
Acél	**200000**	**0,270**

A *Poisson* tényező a keresztirányú és hosszirányú alakváltozás hányadosa, nevezetlen szám:

$$\nu = \varepsilon_k / \varepsilon_h$$

értéke 0,0 és 0,5 között változik:

nagyszilárdságú anyag → ν = 0,0 – 0,5 = ν ← folyadék fázisú anyag

c) KÉMIAI TULAJDONSÁGOK

Az üvegek kémiai összetételéről feljebb már volt szó.

Az üvegek *kémiai ellenállóképessége.* Az építészeti üvegnek nedvesség, víz és légkör hatásával szemben ellenállónak kell lenni.

Bár az üveg vízben gyakorlatilag oldhatatlan, idővel kissé mégis oldódik. Ez az átlátszóságot ronthatja, amit vakulásnak is neveznek. Ugyanis, ha a felületén víz csapódik le, akkor az elnyelt víz hatására bizonyos vegyületek, mint pl. a szilikátok nátrium-hidroxiddá és kovasavvá oldódnak. Az üveg felülete ennek következtében egyre inkább opálossá válik. Ez érvényes abban az esetben is, ha az üveget teljesen tiszta víz éri. Ha az üveg különböző anyagokkal szennyezett, akkor természetesen a víz oldó hatása gyorsabb lesz.

Ha az üvegtáblákat úgy csomagolják, hogy közéjük nedvesség hatol be, a vízréteg lúgos lesz és a mállás erősödik, az üveg lassan használhatatlanná válik.

Az üveg savas kémhatású, emiatt a lúgos kémhatású anyagok lassan, de megtámadják. Így például az üvegszálakat betontartó feszítésére és a betonban az acélszálak helyettesítésére is megpróbálták használni, azonban ebben az esetben védeni kell a cement hidratációja során keletkező mészhidráttól, mert a mészhidrát az üveget megtámadja. Ezt a védelmet az utóbbi időben az üveg összetételének a megválasztásával igyekeznek biztosítani (például cirkonüveg = AR-üveg).

Ebből fakad az a *gyakorlati tapasztalat*, hogy szoba meszelése vagy festése esetén meg kell védeni az ablakot, például az ablakszárny leemelésével vagy betakarásával, illetve, ha meszes vagy festékes lesz, az üveget hamar meg kell tisztítani.

ÜVEG VIZSGÁLATA A FELHASZNÁLÁS SZEMPONTJÁBÓL

A vizsgálandó főbb tulajdonságok a következők:

- **méret;**
- **mintázottság;**
- **szín, színezés egyenletessége, színtelítettség eltérése;**
- **vízzel szembeni ellenállóképesség → vakulás;**
- **vághatóság és káros maradó feszültség;**
- **saroktetörés;**
- **görbeség;**
- **hullámosság;**
- **repedés, karc;**
- **szivárványosság;**
- **vakulás (értelmezését lásd néhány diakockával előrébb: korrózió víz és lúgok hatására);**
- **belső szemcse;**
- **hólyagosodás;**
- **üvegtábla behajlása (csak egy irányban megengedett) és a behajlás mértéke.**

Forrás: *Balázs György* (1984)

Építészeti üvegtermékek felosztása

Forrás: *Balázs György* (1984)

Síküvegek	Húzott síküveg táblaüveg homályos vagy matt üveg jégvirágos üveg Öntött vagy hengerelt síküveg sima öntöttüveg mintás öntöttüveg recés üveg huzalbetétes üveg Színes síküvegek anyagukban színezett üveg színes kétrétegű üveg hősugarakat elnyelő üveg hősugarakat visszaverő üveg automatikus fényátbocsátású üveg tükörüveg
Préselt üvegek	üvegtégla üveg födémtest üveg tetőcserép
Egyéb üvegtermékek	biztonsági üveg ragasztott edzett U alakú profilüveg hőszigetelő ablaküveg üvegszálbetétes hőszigetelő üveg habüveg burkolóüveg hullámüveg zománcozott üveg üvegszáltermékek

Kausay

ÜVEG TERMÉK ÉS VIZSGÁLATI SZABVÁNYOK

MSZ EN 572-1:2004 „Építési üveg. Nátrium-kalcium-szilikát üveg alaptermékek. 1. rész: Fogalommeghatározások, általános fizikai és mechanikai tulajdonságok”

MSZ EN 572-2:2004 „Építési üveg. Nátrium-kalcium-szilikát üveg alaptermékek. 2. rész: Úsztatott üveg”

MSZ EN 572-3:2004 „Építési üveg. Nátrium-kalcium-szilikát üveg alaptermékek. 3. rész: Polírozott, huzalháló-betétes üveg”

MSZ EN 572-4:2004 „Építési üveg. Nátrium-kalcium-szilikát üveg alaptermékek. 4. rész: Húzott síküveg”

MSZ EN 572-5:2004 „Építési üveg. Nátrium-kalcium-szilikát üveg alaptermékek. 5. rész: Mintázott üveg”

MSZ EN 572-6:2004 „Építési üveg. Nátrium-kalcium-szilikát üveg alaptermékek. 6. rész: Huzalháló-betétes üveg”

MSZ EN 572-7:2004 „Építési üveg. Nátrium-kalcium-szilikát üveg alaptermékek. 7. rész: Huzalbetétes vagy huzalbetét nélküli profilüveg”

MSZ EN 572-8:2004 „Építési üveg. Nátrium-kalcium-szilikát üveg alaptermékek. 8. rész: Szállítási és készre vágott üvegméretek”

MSZ EN 572-9:2005 „Építési üveg. Nátrium-kalcium-szilikát üveg alaptermékek. 9. rész: A megfelelőség értékelése. Termékszabvány”

MSZ EN 356:2000 „Építési üveg. Biztonsági üvegezés. Kézi támadással szembeni ellenálló képesség vizsgálata és osztályozása”

MSZ EN 357:2005 „Építési üveg. Átlátszó vagy áttetsző üvegtermékeket tartalmazó, tűzálló, üvegezett elemek. A tűzállóság osztályozása”

MSZ EN 410:2000 „Építési üveg. Az üvegezés fénytechnikai és napsugárzási jellemzőinek meghatározása”

MSZ EN 673:1999 „Építési üveg. A hőátbocsátási tényező (U-érték) meghatározása. Számítási módszer”

MSZ EN 673:1997/A1:2001 „Építési üveg. A hőátbocsátási tényező (U-érték) meghatározása. Számítási módszer”

MSZ EN 673:1997/A2:2003 „Építési üveg. A hőátbocsátási tényező (U-érték) meghatározása. Számítási módszer”

MSZ EN 674:1999 „Építési üveg. A hőátbocsátási tényező (U-érték) meghatározása. Peremvédett fűtőlapos”

MSZ EN 675:1999 „Építési üveg. A hőátbocsátási tényező (U-érték) meghatározása. Hőárammérős módszer”

MSZ EN 1036-1:2008 „Építési üveg. Ezüstbevonatú úsztatott (float-) üveg tükrök beltéri használatra. 1. rész: Fogalommeghatározások, követelmények és vizsgálati módszerek”

MSZ EN 1036-2:2008 „Építési üveg. Ezüstbevonatú úsztatott (float-) üveg tükrök beltéri használatra. 2. rész: A megfelelőség értékelése. Termékszabvány”

MSZ EN 1051-1:2003 „Építési üveg. Üvegtéglák és üveg járólapok. 1. rész: Fogalommeghatározások és leírás”

MSZ EN 1051-2:2008 „Építési üveg. Üvegtéglák és üveg járólapok. 2. rész: A megfelelőség értékelése. Termékszabvány”

MSZ EN 1063:2000 „Építési üveg. Biztonsági üvegezés. A golyóállóság vizsgálata és osztályozása”

MSZ EN 1096-1:2000 „Építési üveg. Bevonatos üveg. 1. rész: Fogalommeghatározások és osztályba sorolás”

MSZ EN 1096-2:2001 „Építési üveg. Bevonatos üveg. 2. rész: Az A-, B- és S-osztályú bevonatok követelményei és vizsgálati módszerei”

MSZ EN 1096-3:2001 „Építési üveg. Bevonatos üveg. 3. rész: A C- és D-osztályú bevonatok követelményei és vizsgálati módszerei”

MSZ EN 1096-4:2005 „Építési üveg. Bevonatos üveg. 4. rész: A megfelelőség értékelése. Termékszabvány”

MSZ EN 1169:2000 „Előre gyártott betontermékek. Az üvegszál-erősítésű beton üzemi gyártásellenőrzésének általános szabályai”

MSZ EN 1170-1:2000 „Előre gyártott betontermékek. Az üvegszál-erősítésű beton vizsgálati módszerei. 1. rész: Az alapkeverék konzisztenciájának mérése a „roskadás vizsgálat” módszerével”

MSZ EN 1170-2:2000 „Előre gyártott betontermékek. Az üvegszál-erősítésű beton vizsgálati módszerei. 2. rész: Az üvegszál-erősítésű friss beton száltartalmának mérése a „kimosás vizsgálat” módszerével”

MSZ EN 1170-3:2000 „Előre gyártott betontermékek. Az üvegszál-erősítésű beton vizsgálati módszerei. 3. rész: Szórt eljárással készített üvegszál-erősítésű beton száltartalmának mérése”

MSZ EN 1170-4:2000 „Előre gyártott betontermékek. Az üvegszál-erősítésű beton vizsgálati módszerei. 4. rész: A hajlítószilárdság mérése, az „egyszerűsített hajlító-vizsgálat” módszere”

MSZ EN 1170-5:2000 „Előre gyártott betontermékek. Az üvegszál-erősítésű beton vizsgálati módszerei. 5. rész: A hajlítószilárdság mérése, a „teljes hajlító vizsgálat” módszere”

MSZ EN 1170-6:2000 „Előre gyártott betontermékek. Az üvegszál-erősítésű beton vizsgálati módszerei. 6. rész: A vízfelvétel meghatározása bemerítéssel és a testsűrűség meghatározása szárazon”

MSZ EN 1170-7:2000 „Előre gyártott betontermékek. Az üvegszál-erősítésű beton vizsgálati módszerei. 7. rész: A nedvességtartalom miatti méretváltozások szélső értékeinek meghatározása”

MSZ EN 1170-8:2009 „Az üvegszál-erősítésű beton vizsgálati módszerei. 8. rész: A tartósság vizsgálata ciklikus klimatikus vizsgálattal”

MSZ EN 1279-1:2004 „Építési üveg. Szigetelő üvegegységek. 1. rész: Általános előírások, mérettűrések és a rendszer leírásának szabályai”

MSZ EN 1279-1:2004 „Építési üveg. Szigetelő üvegegységek. 1. rész: Általános előírások, mérettűrések és a rendszer leírásának szabályai”

MSZ EN 1279-2:2003 „Építési üveg. Szigetelő üvegegységek. 2. rész: Hosszú idejű vizsgálat és követelmények a nedvességbehatolásra”

MSZ EN 1279-3:2003 „Építési üveg. Szigetelő üvegegységek. 3. rész: Hosszú idejű vizsgálat és követelmények a gázszivárgás sebességére és a gázkoncentráció tűréseire”

MSZ EN 1279-4:2003 „Építési üveg. Szigetelő üvegegységek. 4. rész: A peremtömítések fizikai tulajdonságainak vizsgálati módszerei”

MSZ EN 1279-5:2005+A1:2009 „Építési üveg. Szigetelő üvegegységek. 5. rész: A megfelelőség értékelése”

MSZ EN 1279-6:2003 „Építési üveg. Szigetelő üvegegységek. 6. rész: Üzemi gyártásellenőrzés és időszakos vizsgálatok”

MSZ EN 1288-1:2000 „Építési üveg. Az üveg hajlítószilárdságának meghatározása. 1. rész: Az üvegvizsgálat”

MSZ EN 1288-2:2000 „Építési üveg. Az üveg hajlítószilárdságának meghatározása. 2. rész: Koaxiális, dupla gyűrűs vizsgálat nagy vizsgálati felületű sík próbatesteken”

MSZ EN 1288-3:2000 „Építési üveg. Az üveg hajlítószilárdságának meghatározása. 3. rész: Két ponton alátámasztott próbatestekkel végzett vizsgálat (négypontos hajlítás)”

MSZ EN 1288-4:2000 „Építési üveg. Az üveg hajlítószilárdságának meghatározása. 4. rész: Csatorna alakú üveg vizsgálata”

MSZ EN 1288-5:2000 „Építési üveg. Az üveg hajlítószilárdságának meghatározása. 5. rész: Koaxiális, dupla gyűrűs vizsgálat kis vizsgálati felületű sík próbatesteken”

MSZ EN 1393:1999 „Műanyag csővezetékrendszerek. Üvegszál erősítésű, hőre keményedő műanyag (GRP) csövek. A kezdeti hosszirányú húzási tulajdonságok meghatározása”

MSZ EN 1394:1999 „Műanyag csővezetékrendszerek. Üvegszál erősítésű, hőre keményedő műanyag (GRP) csövek. A látszólagos kezdeti kerületi szakítószilárdság meghatározása”

MSZ EN 1423:1997/A1:2004 „Az útburkolati jelek anyagai. Utánszóró szerek. Üveggyöngyök, érdesítőszerek és utánszóró anyagkeverékek”

MSZ EN 1424:1997/A1:2003 „Az útburkolati jelek anyagai. Előre bekevert üveggyöngyök”

MSZ EN 1447:2009 „Műanyag csővezetékrendszerek. Üvegszál erősítésű, hőre keményedő műanyag (GRP) csövek. A belső nyomással szembeni tartós ellenállás meghatározása”

MSZ EN 1448:1999 „Műanyag csővezetékrendszerek. Üvegszál erősítésű, hőre keményedő műanyag (GRP) alkotóelemek. Vizsgálati módszerek a rugalmas tömítésű, merev, zárt tok-csővég kötések kialakításának igazolására”

MSZ EN 1449:1999 „Műanyag csővezetékrendszerek. Üvegszál erősítésű, hőre keményedő műanyag (GRP) alkotóelemek. Vizsgálati módszerek a ragasztott tok-csővég kötések kialakításának igazolására”

MSZ EN 1450:1999 „Műanyag csővezetékrendszerek. Üvegszál erősítésű, hőre keményedő műanyag (GRP) alkotóelemek. Vizsgálati módszerek a csavaros, karimás kötések kialakításának”

MSZ EN 1636-6:1999 „Műanyag csővezetékrendszerek nyomás nélküli alagcsövezéshez és csatornázáshoz. Telítetlen poliésztergyanta (UP) alapú, üvegszál erősítésű, hőre keményedő műanyagok (GRP). 6. rész: Telepítési eljárások”

MSZ EN 1638:1999 „Műanyag csővezetékrendszerek. Üvegszál erősítésű, hőre keményedő műanyag (GRP) csövek. A ciklikus belső nyomás hatásainak vizsgálati módszere”

MSZ EN 1748-1-1:2005 „Építési üveg. Speciális alaptermékek. Boroszilikátüvegek. 1-1. rész: „Fogalommeghatározások, általános fizikai és mechanikai tulajdonságok”

MSZ EN 1748-1-2:2005 „Építési üveg. Speciális alaptermékek. Boroszilikátüvegek. 1-2. rész: A megfelelőség értékelése. Termékszabvány”

MSZ EN 1748-2-1:2005 „Építési üveg. Speciális alaptermékek. Üvegkerámiák. 2-1. rész: Fogalommeghatározások, általános fizikai és mechanikai tulajdonságok”

MSZ EN 1748-2-2:2005 „Építési üveg. Speciális alaptermékek. 2-2. rész: Üvegkerámiák. A megfelelőség értékelése. Termékszabvány”

MSZ EN 1862:1999 „Műanyag csővezetékrendszerek. Üvegszál erősítésű, hőre keményedő műanyag (GRP) csövek. A relatív hajlítási-kúszási tényező meghatározása a vegyi környezetben”

MSZ EN 1863-1:2000 „Építési üveg. Hőerősített nátrium-kalcium-szilikát üveg. 1. rész: Fogalommeghatározás és leírás”

MSZ EN 1863-2:2005 „Építési üveg. Hőerősített nátrium-kalcium-szilikát üveg. 2. rész: A megfelelőség értékelése. Termékszabvány”

MSZ EN 2746:1999 „Repülés és űrhajózás. Üvegszál-erősítésű műanyagok. Hajlítóvizsgálat. Hárompontos módszer”

MSZ EN 2747:1999 „Repülés és űrhajózás. Üvegszál-erősítésű műanyagok. Húzóvizsgálat”

MSZ EN 12150-1:2000 „Építési üveg. Termikusan edzett, biztonsági nátrium kalcium-szilikát üveg. 1. rész: Fogalommeghatározás és leírás”

MSZ EN 12150-2:2005 „Építési üveg. Termikusan edzett nátrium-kalcium szilikát biztonsági üveg. 2. rész: A megfelelőség értékelése. Termékszabvány”

MSZ EN 12337-1:2000 „Építési üveg. Kémiailag erősített nátrium-kalcium szilikát-üveg. 1. rész: Fogalommeghatározás és leírás”

MSZ EN 12337-2:2005 „Építési üveg. Kémiailag erősített nátrium-kalcium szilikát üveg. 2. rész: A megfelelőség értékelése. Termékszabvány”

MSZ EN 12585:1999 „Üvegből készült csővezetékek és szerelvények. Csővezetékek és szerelvényeik DN 15-től 1000-ig. Csatlakoztathatóság és csereszabatosság”

MSZ EN 12600:2003 „Építési üveg. Ingás vizsgálat. Ütésvizsgálati módszer és a síküvegek osztályba sorolása”

MSZ EN 12603:2003 „Építési üveg. Eljárások az üvegszilárdsági adatok Weibull eloszlása illeszkedési jóságának és megbízhatósági tartományának meghatározására”

MSZ EN 12654-1:1999 „Üvegszövet. Fonalak. 1. rész: Megjelölés”

MSZ EN 12654-2:1999 „Üvegszövet. Fonalak. 2. rész: Vizsgálati módszerek és általános jellemzők„

MSZ EN 12654-3:1999 „Üvegszövet. Fonalak. 3. rész: Általános követelmények általános felhasználási célra”

MSZ EN 12758:2003 „Építési üveg. Üvegezés és léghangszigetelés. Termékleírások és a tulajdonságok”

MSZ EN 12898:2001 „Építési üveg. Az emissziós tényező meghatározása”

MSZ EN 12971-1:2000 „Erősítőanyagok. Üvegtextil vágott szálak műszaki követelményei. 1. rész: Megnevezés”

MSZ EN 12971-2:2000 „Erősítőanyagok. Üvegtextil vágott szálak műszaki követelményei. 2. rész: Vizsgálati módszerek és általános követelmények”

MSZ EN 12971-3:2000 „Erősítőanyagok. Üvegtextil vágott szálak műszaki követelményei. 3. rész: Sajátos követelmények”

MSZ EN 13022-1:2006 „Építési üveg. Ragasztott strukturális üvegezés. 1. rész: Alátámasztott és alátámasztás nélküli ragasztott strukturális üvegezési rendszerek egy- és többrétegű”

MSZ EN 13022-2:2006 „Építési üveg. Ragasztott strukturális üvegezés. 2. rész: Összeépítési szabályok”

MSZ EN 13024-1:2003 „Építési üveg. Termikusan edzett boroszilikát biztonsági üveg. 1. rész: Meghatározás és leírás”

MSZ EN 13024-2:2005 „Építési üveg. Termikusan edzett biztonsági boroszilikátüveg. 2. rész: A megfelelőség értékelése. Termékszabvány”

MSZ EN 13167:2009 „Építőipari hőszigetelő termékek. Gyári készítésű habüveg (CG-) termékek. Műszaki követelmények”

MSZ EN 13311-3:2001 „Biotechnológia. Tartályok teljesítőképességi követelményei. 3. rész: Nyomásálló üvegtartályok”

MSZ EN 13363-1:2003+A1:2008 „Üvegezéssel társított napvédő eszközök. A napsugárzás- és fényátbocsátás kiszámítása. 1. rész: Egyszerűsített módszer”

MSZ EN 13363-2:2005 „Üvegezéssel társított napvédő eszközök. A napsugárzás- és fényátbocsátás kiszámítása. 2. rész: Részletes számítási módszer”

MSZ EN 13541:2001 „Építési üveg. Biztonsági üvegezés. A robbanáskor fellépő nyomással szembeni ellenálló képesség vizsgálata és osztályozása”

MSZ EN 13677-1:2003 „Erősített, hőre lágyuló műanyag fröccskeverékek. Az üveghálóval erősített, hőre lágyuló műanyag (GMT) műszaki követelménye. 1. rész: Megnevezés”

MSZ EN 13677-2:2003 „Erősített, hőre lágyuló műanyag fröccskeverékek. Az üveghálóval erősített, hőre lágyuló műanyag (GMT) műszaki követelménye. 2. rész: Vizsgálati módszerek”

MSZ EN 13677-3:2003 „Erősített, hőre lágyuló műanyag fröccskeverékek. Az üveghálóval erősített, hőre lágyuló műanyag (GMT) műszaki követelménye. 3. rész: Sajátos követelmények”

MSZ EN 14020-1:2003 „Erősítőanyagok. Az üvegszövet előfonatok műszaki követelményei. 1. rész: Megnevezés”

MSZ EN 14020-2:2003 „Erősítőanyagok. Az üvegszövet előfonatok műszaki követelményei. 2. rész: Vizsgálati módszerek és általános követelmények”

MSZ EN 14020-3:2003 „Erősítőanyagok. Az üvegszövet előfonatok műszaki követelményei. 3. rész: Különleges követelmények”

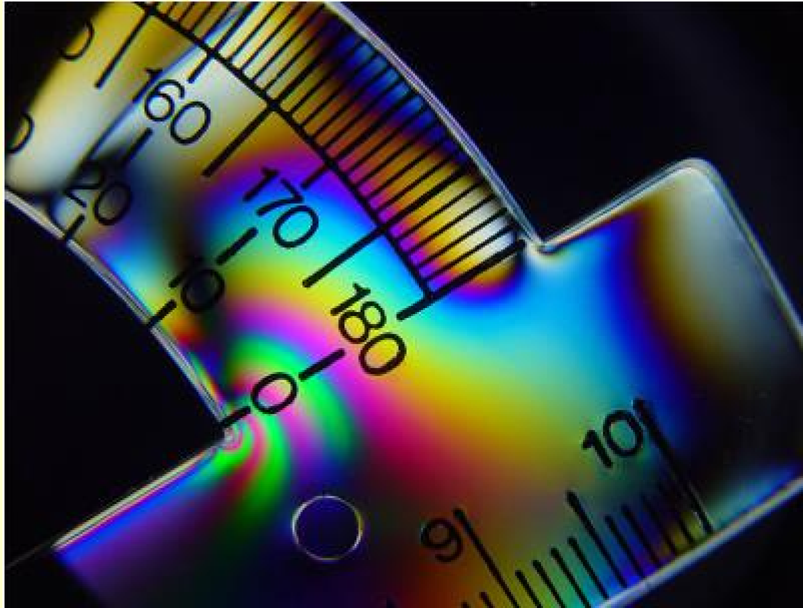
Stb…

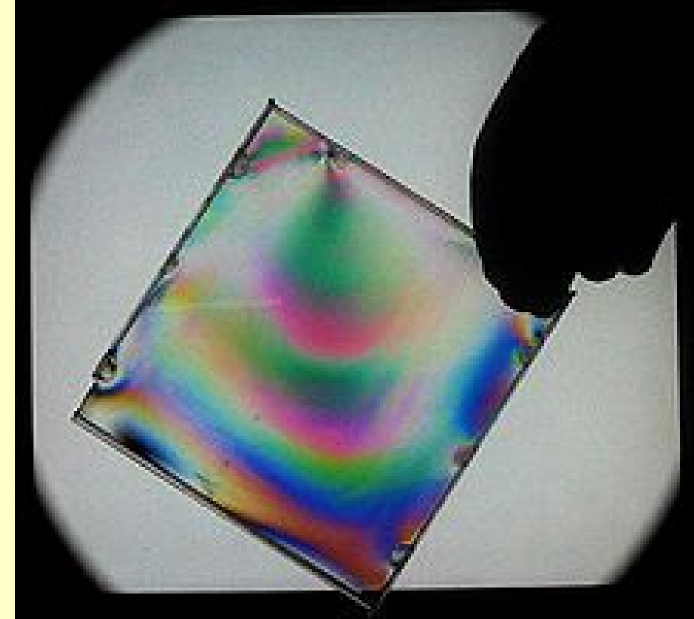
A fény



Kausay

Elaszto-optikai (feszültségoptikai) effektus: mechanikai alakváltozás (mechanikai feszültség) hatására az anyag változtatja az optikai törésmutatóját. Polarizált fény segítségével lehet a jelenséget jól megfigyelni átlátszó anyagoknál. (*David Brewster*)



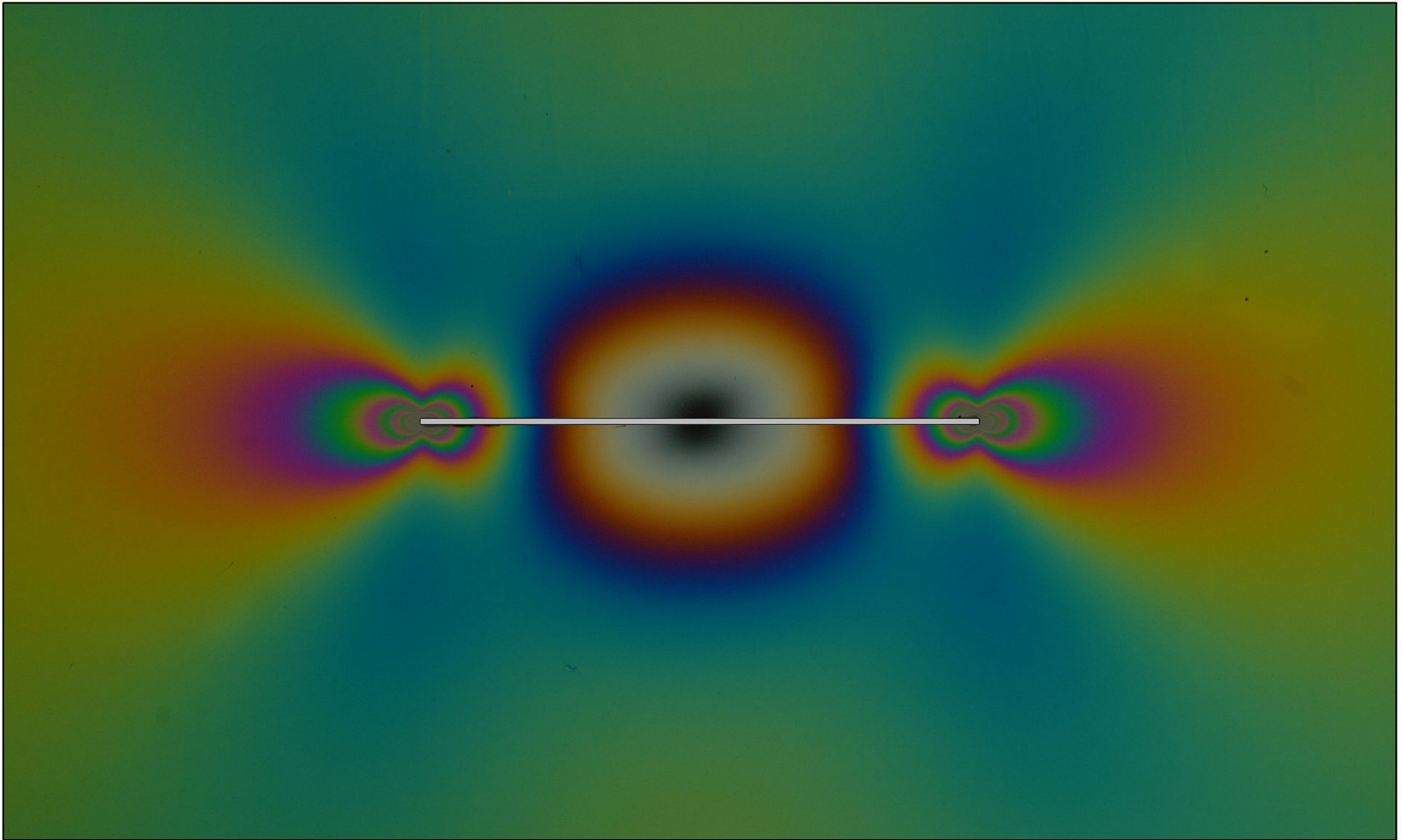


Az elaszto-optikai effektus bemutatása

Anyagok: litium-niobát ($LiNbO_3$), gallium-arzenid (GaAs), indium-foszfid (InP), és számos műanyag.

Forrás: http://www.mogi.bme.hu/TAMOP/mikromechanika/math-ch03.html

https://en.wikipedia.org/wiki/Photoelasticity

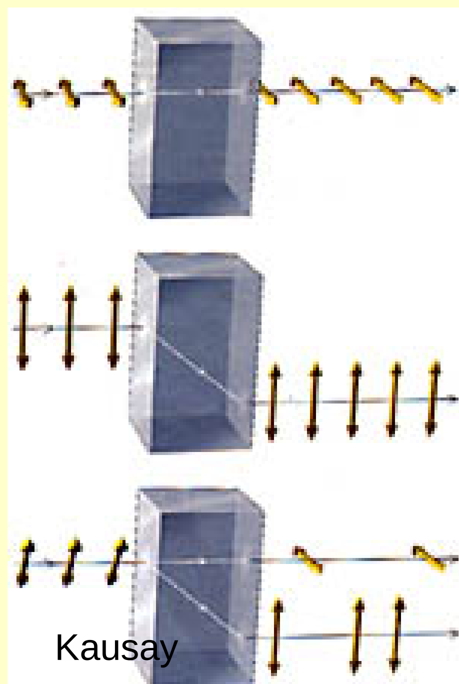


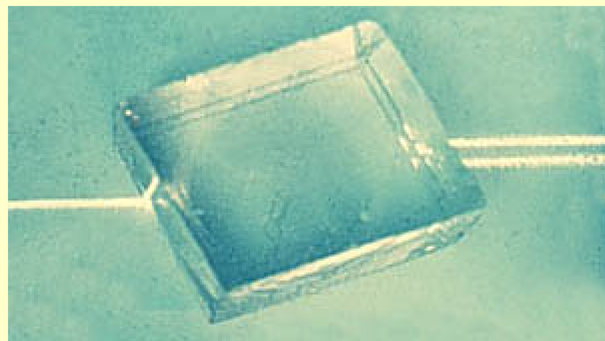
Photoelastic model to validate the stiffener model. Isochromatic fringe patterns around a steel platelet in a photo-elastic two-part epoxy resin.

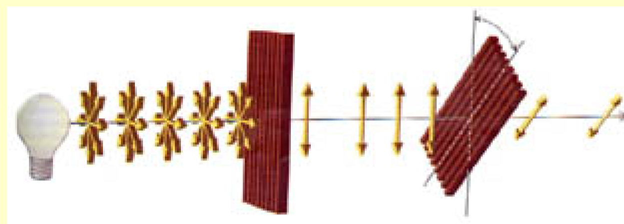
https://en.wikipedia.org/wiki/Photoelasticity

Fény polarizációja (a határozott irányok szétválasztódása)

A *fény polarizáció*jával kapcsolatos első leírás *Erasmus Bartholinus* dán professzor nevéhez fűződik. *Bartholinus* kereskedőktől kapott egy átlátszó kristályt, úgynevezett izlandi pátot (mészpátot), egy kettős törésű kristályt, amelyen keresztülnézve meglepve tapasztalta, hogy a tárgyaknak kettős képe látszik A kristályba belépő fény két sugárra bomlik, amelyek közül az egyik, az úgynevezett rendes vagy ordinárius sugár szabály szerint követi a törés törvényét, a másik, a rendellenes vagy extraordinárius sugár azonban nem.







Így törik meg a rendes sugár és a rendellenes sugár a kettős töréskor.

A polarizátor csak a függőleges rezgéseket engedi tovább, a második, optikailag aktív szűrő pedig elforgatja a rezgés síkját. Ez a jelenség a lineáris polarizáció vagy sík polarizáció.

Forrás: http://www.vilaglex.hu/Lexikon/Html/Polariza.htm

A következő két diakocka forrása az *Építőanyag* című folyóirat:

http://dx.doi.org/10.14382/epitoanyag-jsbcm.2003.24

SZILIKÁTTECHNIKA

Feszültségmérési módszerek alkalmazása az üveggyártásban*

Horváth István – Szabó István
Veszprémi Egyetem

* A 2003. június 3-án Budapesten rendezett Üvegipari Konferencián elhangzott előadás nyomán

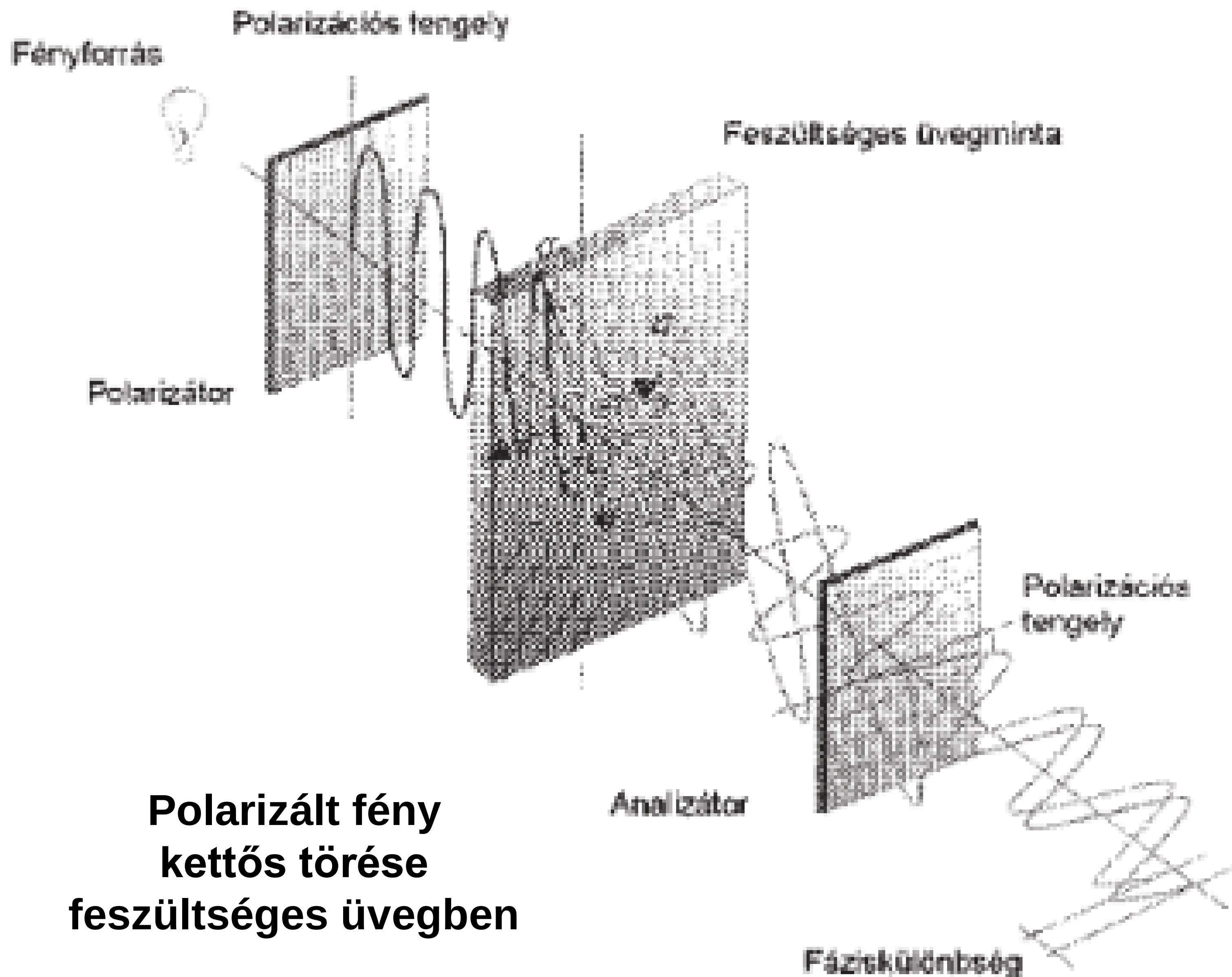
Építőanyag 55. évf. 2003. 4. szám **pp. 141 – 150.**

Fény-üveg kölcsönhatás

A feszültséganalízis optikai módszere, a fotoelasztikus analízis régóta ismert és alkalmazott technika. A fotoelasztikus eljárás olyan anyagokon végezhető, amelyek fényáteresztők és kettőstörők vagy kettőstörővé tehetők. A feszültséges üveg rendelkezik ezekkel a tulajdonságokkal, így ez a módszer alkalmas az üvegtermékekben jelen lévő feszültségek meghatározására.

Kettős törés

Az izotróp anyagok, mint például az üvegek, feszültségmentes állapotban nem mutatnak optikai anizotrópiát vagy kettős törést. A feszültséges üvegbe lépő polarizált fénysugár két olyan, síkban polarizált sugárra válik szét, amelyek polarizációs iránya egymásra merőleges. Ezek a polarizációs irányok – az üvegbe történő belépésnél – a fő feszültségirányoknak felelnek meg. A két hullám különböző sebességgel halad a feszültséges üvegben, egymáshoz viszonyítva az egyik késik. A késés az anizotróp anyagból kilépő hullámok közötti úthossz-különbséget, retardációt (δ) jelenti. Ez a jelenség a kettős törés.



Polarizált fény kettős törése feszültséges üvegben

Terheletlen üvegben lévő feszültség kimutatása optikai fóliával

Terheletlen üvegben lévő feszültség kimutatása optikai fóliával

Fényforrás, mobiltelefonra letöltött: „TF: Világító asztal”

2016.11.22 12:20

Kausay



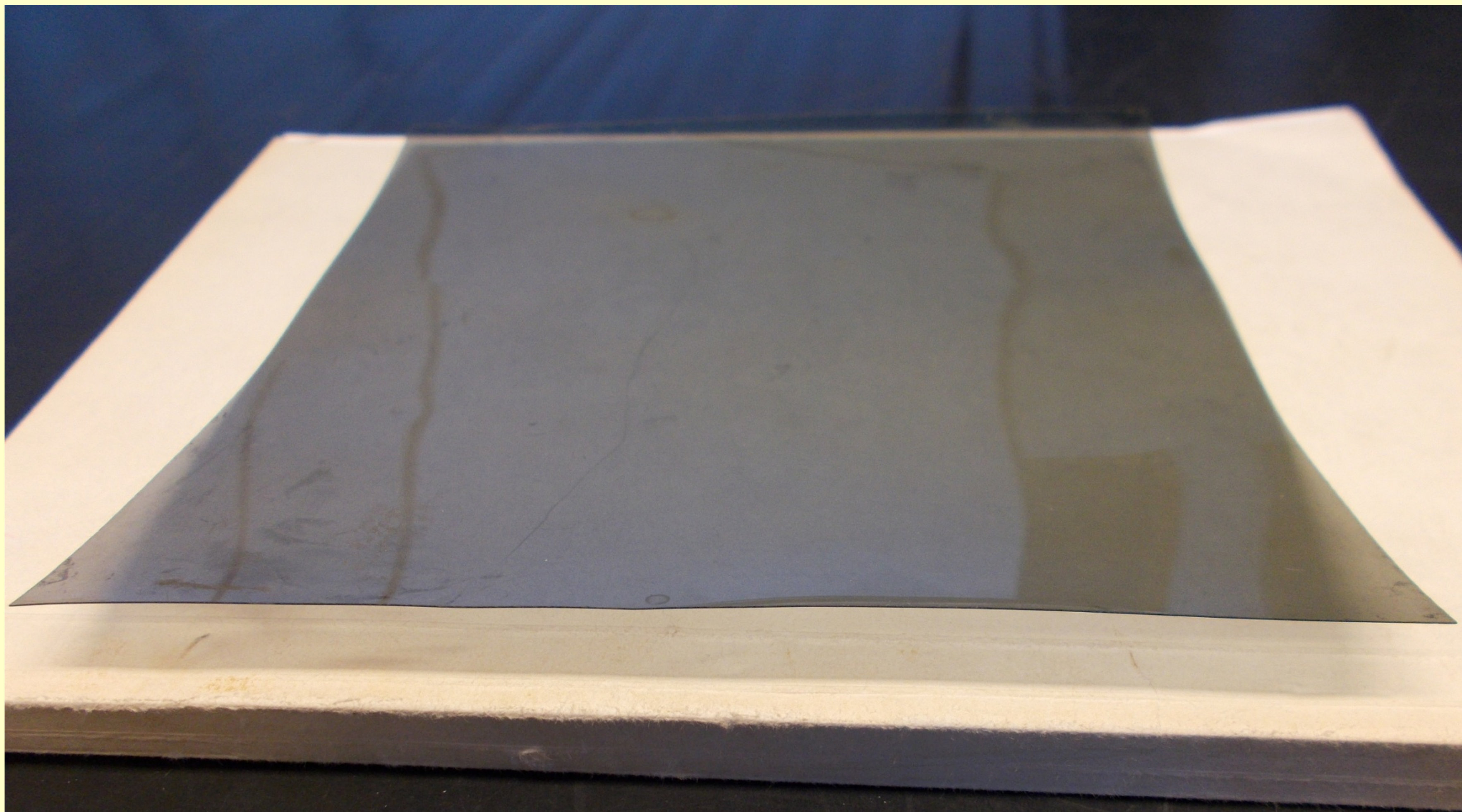
Terheletlen üvegben lévő feszültség kimutatása optikai fóliával.
A fényforrás mobiltelefonra letöltött: „TF: Világító asztal”

Optikai fólia

alatta a vizsgált üveg

alatta az egyenletes fényt
sugárzó mobiltelefon

2017.11.27 12:55



Optikai fólia a terheletlen üvegben lévő feszültség kimutatására

2016.11.22 13:27

Kausay

Az elektromágneses sugarak hullámhossza:

A fény *elektromágneses hullám*, „atomos” szerkezetű energia, legkisebb egysége a *foton*.

0 Hz...100 Hz	∞...3000 km	ipari frekvencia (váltakozó-áram)
100 Hz... 30 kHz	3000 km... 10 km	hangfrekvencia
	Rádióhullámok	
30 kHz... 300 kHz	10 km...1 km	hosszú rádió-hullám
300 kHz... 3 MHz	1 km...100 m	középhullám
3 MHz... 30 MHz	100 m...10 m	rövidhullám
30 MHz... 3000 MHz	10 m...1 m	ultrarövid-hullám
300 MHz... 1000 GHz	1 m...0,3 mm	mikrohullám

Kausay

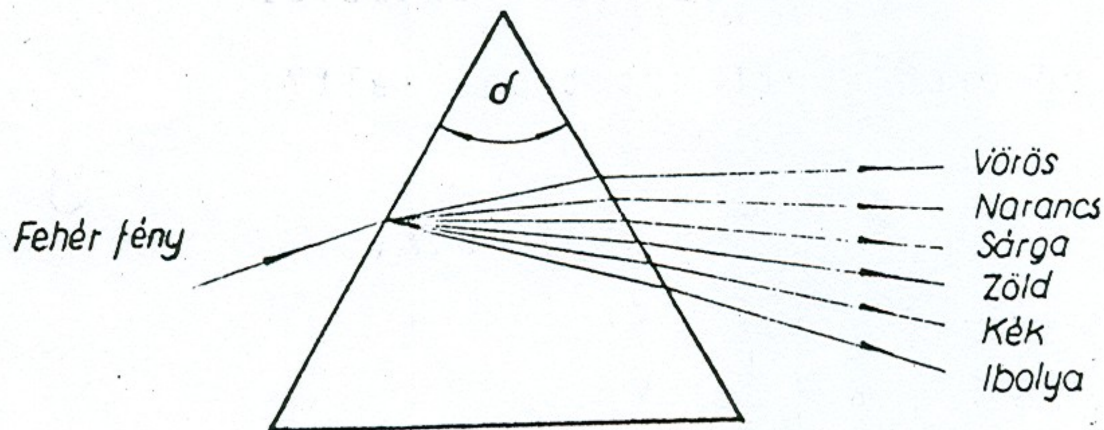
Optikai sugárzás

1000 GHz... 390 THz	0,3 mm... 760 nm	infravörös hullámok
390 THz... 780 THz	760 nm... 380 nm	látható fény
$7{,}8\cdot10^{14}$ Hz... $3\cdot10^{16}$ Hz	380 nm... 10 nm	ultraibolya-sugárzás
$3\cdot10^{16}$ Hz... $3\cdot10^{18}$ Hz	10 nm... 100 pm	röntgensugárzás
$3\cdot10^{18}$ Hz... $3\cdot10^{20}$ Hz	100 pm...1 pm	gamma-sugárzás
$>3\cdot10^{20}$ Hz	<1 pm	kozmikus sugarak

A <u>látható fény</u> hullámhossza 780 - 390 millimikron közé esik.

1 nm = nanométer = 10^{-9} méter 1 pm = pikométer = 10^{-12} méter

A Nap fehér fénye pl. prizmán szétbontható.



1-2. ábra. A színszórás (diszperzió)

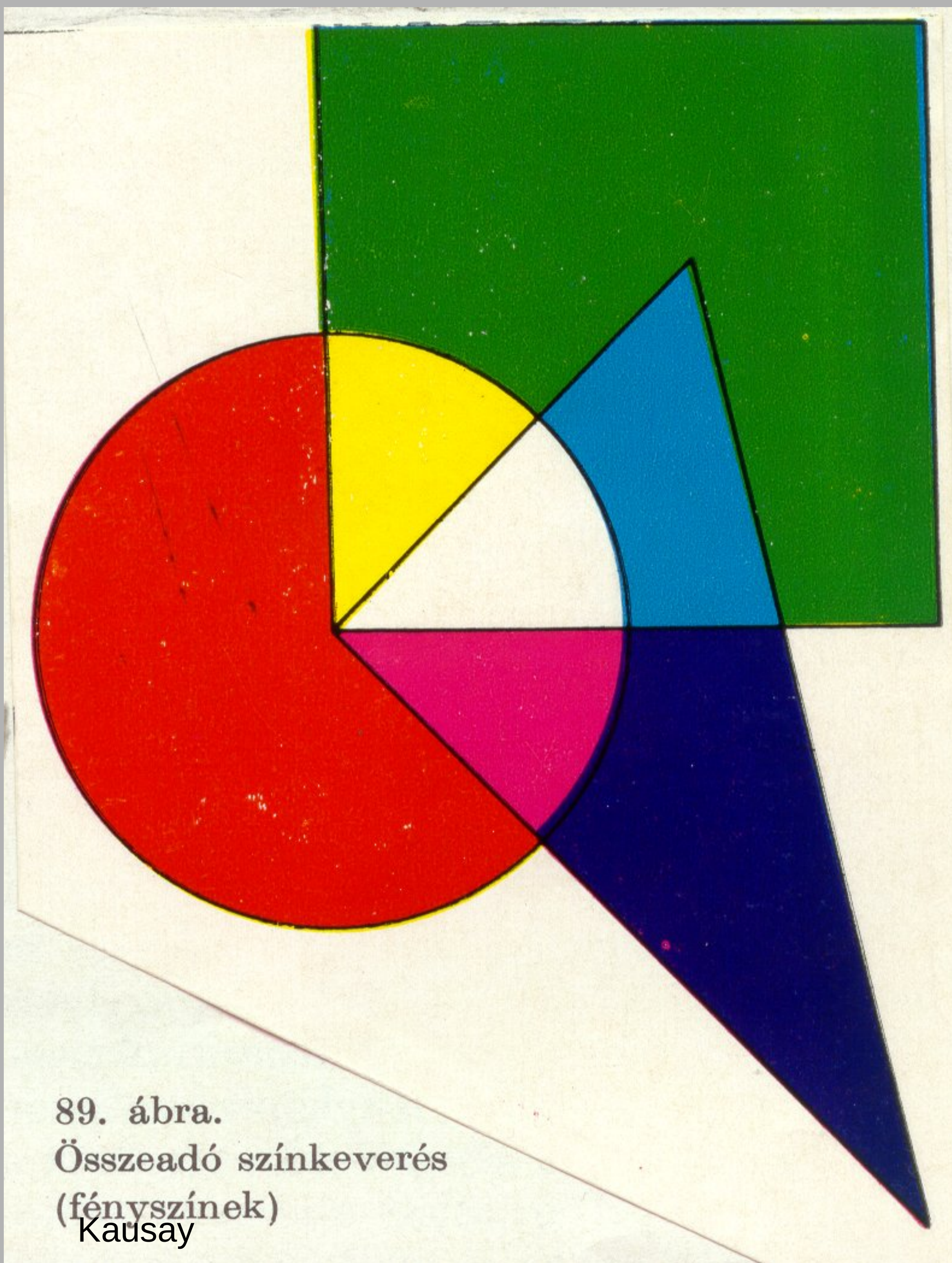
1-1. táblázat

A különböző hullámhosszúságú fénysugarak színei

Hullámhossz (levegőben, ill. vákuumban), nm	Szín
750—620	Vörös
620—590	Narancs
590—575	Sárga
575—490	Zöld
490—425	Kék
425—400	Ibolya

1 nm = nanométer = 10^{-9} méter

Kausay



89. ábra.
Összeadó színkeverés
(fényszínek)

A fényszínek fényforrásból (Nap vagy izzó) erednek.
A **spektrális alapszínek**, amelyekre szemideghártyánk csapocskái is érzékenyek, a vörös, a zöld és a kék, amelyeket páronként keverve kapjuk:
vörös + zöld = sárga
zöld + kék = zöldeskék
vörös + kék = bíbor
színeket.
A három spektrális alapszín keveréke fehér.
Spektrális fekete és szürke szín (fekete fény) nincs, mert a fekete maga a fényhiány.

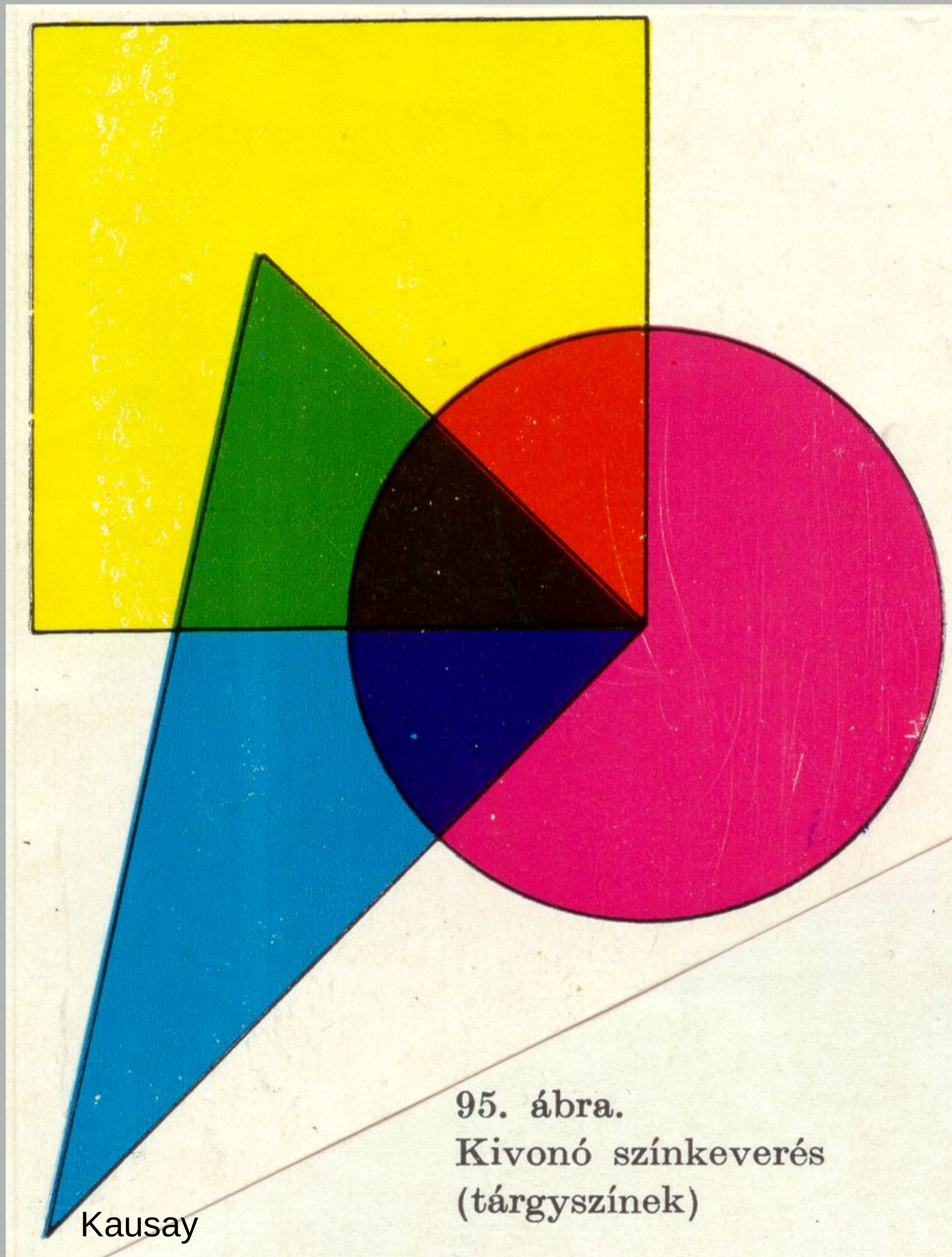
Azoknak a (fényszín) színpároknak a színeit, amelyeket összekeverve fehér színt kapunk, kiegészítő, vagy komplementer színeknek nevezzük. Ilyen *kiegészítő fényszínek*, színpárok:

6562 Å vörös és 4921 Å zöldeskék
6077 Å narancssárga és 4897 Å kék
5739 Å aranysárga és 4821 Å kék
5671 Å sárga és 4645 Å indigókék
5636 Å zöldessárga és 4330 Å viola

1 Å = 1 angström = 10^{-10} m

Az angström hosszúság mértékegységet *Anders Jonas Ångström* (1814-1874) svéd fizikus tiszteletére választották.

Az anyagok általában saját színűk kiegészítő színét nyelik el, és saját színüket verik vissza, vagy eresztik át, például a vörös tégla vagy a narancssárga üveg elnyeli a kék szín megfelelő változatát.



A tárgyszínek testeken áthatolva, vagy azokról visszaverődve jutnak a szemünkbe. Amit a testek nem nyelnek el, azt észleljük.

A tárgy-alapszínek páronkénti keveréke:

sárga + bíbor = vörös

sárga + zöldeskék = zöld

bíbor + zöldeskék = ibolya

A három tárgy-alapszín keveréke fekete.

A gyakorlatban 100%-ot visszaverő eszményi fehér szín nincs, mert a legfehérebb anyag is elnyel a beeső fényből 2-4%-ot; és ugyanígy nincs ideális fekete szín sem, mert a legfeketébb test is visszaver kb. 4% fényt.

691.21.001.4

 **Magyar Népköztársasági Országos Szabvány**	**ÉPÍTÉSI KŐANYAGOK FELÜLETI TULAJDONSÁGAINAK VIZSGÁLATA** Felületi fényesség és fényezhetőség	**MSZ** 18290/2–80 G 19

Строительные каменные материали. Определение свойств поверхности. Поверхностный блеск и полируемость

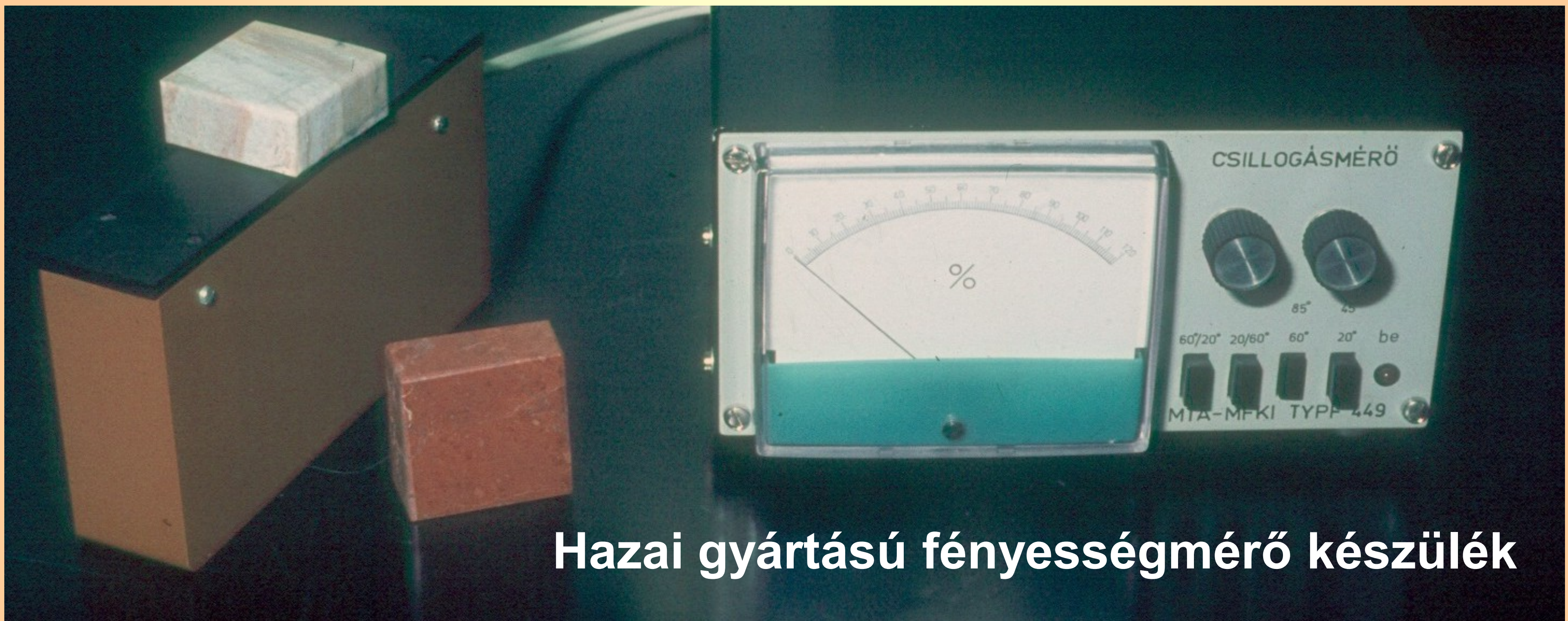
Surface properties of building stones. Determination of surface brightiness and the polishing ability

E szabvány alkalmazása abban az esetben kötelező, ha hatóságilag kötelező követelményszabvány vagy egyéb hatósági előírás a vizsgálatot e szabvány szerint rendeli el.*

1. FOGALOMMEGHATÁROZÁSOK

1.1. A felületi fényesség a kőzet fényezett felületének azon tulajdonsága, hogy a ráeső fényt a geometriai optika törvényszerűsége szerint részben szabályosan, részben szórtan veri vissza anélkül, hogy monokromatikus összetevői megváltoznának.

1.2. A fényezhetőség a sík kőzetfelület felületi fényességének optimális (meghatározott laboratóriumi körülmények közötti) fényezés hatására elérhető maximuma.



Hazai gyártású fényességmérő készülék

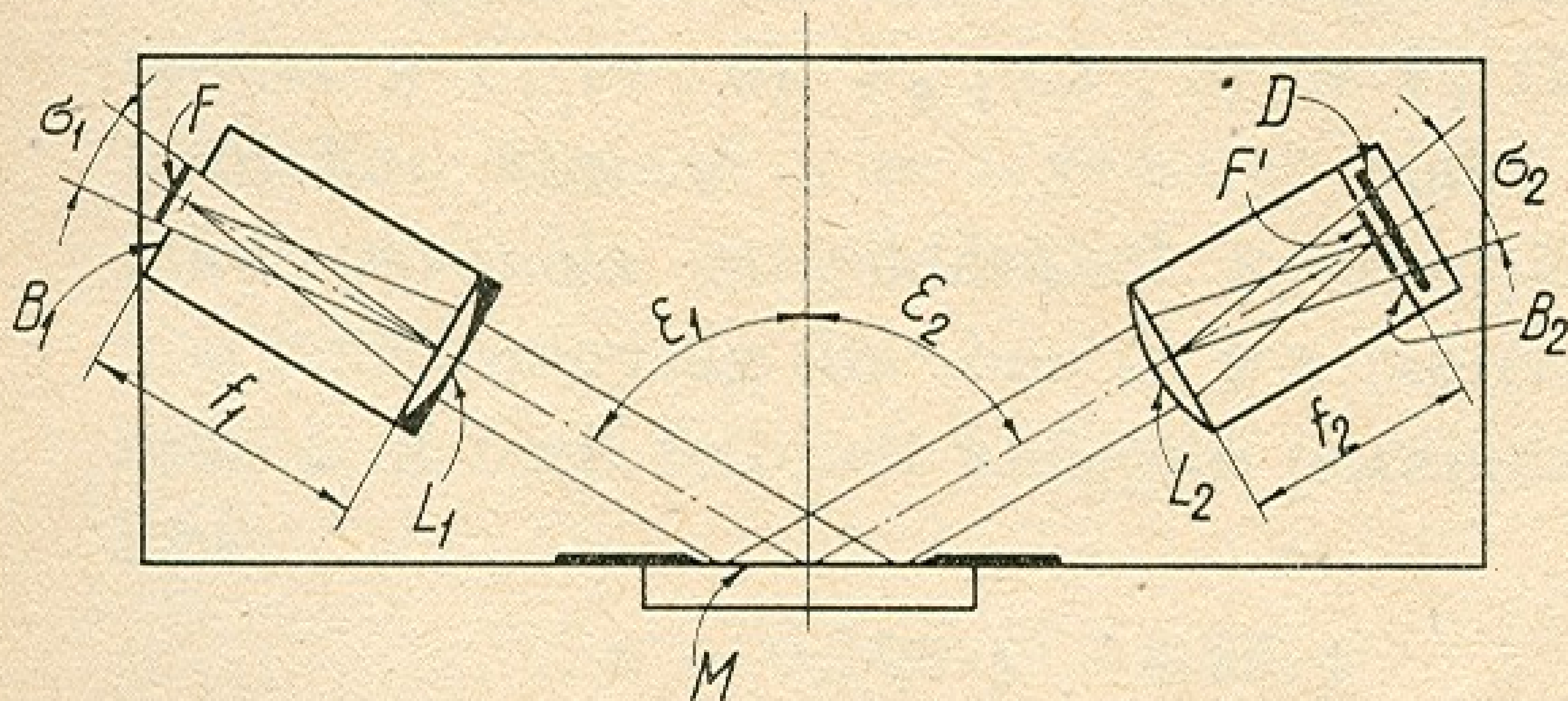
Kőzetek fényesség mérése hazai műszerrel

KÁNTOR KÁROLY* – KAUSAY TIBOR** – KOVÁCSNÉ STÁHL ÁGNES*** – MOLNÁR ISTVÁN****

* MTA Műszaki Fizikai Kutatóintézet, Budapest
** Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest
*** Budalakk Festék és Műgyantagyár, Budapest
**** Magyar Elektrotechnikai Ellenőrző Intézet, Budapest

Kausay

Az MTA Műszaki Fizikai Kutatóintézete fenti elvek szerint kifejlesztett fényességmérőjének optikai elrendezése az *1. ábrán* látható. Az F fényforrás fényét L_1 lencsével párhuzamosítva, ferdén a mérni kívánt M sík felületre ejtjük, majd a felületről visszavert fényt egy második, L_2 lencsével összegyűjtve egy D fényészlelővel mérjük.



1. ábra. A fényességmérő optikai elrendezése

Építőanyag, XXXII. évf., 1981. 7. szám

Kausay

4. táblázat

Fényesség mérési eredmények

Kőzet megnevezés	Fényességi mérőszám 60°-os geometria mellett, GU	Vizsgálati geometria	Fényességi mérőszám, GU egyes					Fényességi mérőszám, GU középérték	Fényezettség mértéke
Tardosi mészkő	88,0	20°	57	56	58	57	57	57,0	igen fényes
Siklósi zöld mészkő	85,5	20°	53	58	56	49	50	53,2	igen fényes
Siklósi sárga mészkő	81,5	20°	44	59	45	55	48	50,2	igen fényes
Polgárdi mészkő	49,5	60°	59	49	52	54	45	51,8	fényes
Nagyharsányi mészkő	28,5	85°	69	73	67	69	67	69,0	félfényes
Zalahalápi bazalt	19,5	85°	57	50	49	62	49	53,4	félfényes
Szobi andezit	18,0	85°	40	38	39	38	38	38,6	félmatt
Nadapi gránit	22,0	85°	33	33	38	41	35	36,0	félmatt
Szobi dácit, III. változat	17,0	85°	34	37	37	35	37	36,0	félmatt
Szobi dácit, I. változat	20,5	85°	35	35	34	35	34	34,6	félmatt
Szobi dácit, II. változat	12,0	85°	19	18	26	21	21	21,0	matt
Balatonrendesi homokkő	16,0	85°	17	16	16	15	16	16,0	matt

Kausay

A fényezettség mértékét a DIN 53778/Teil 1–1976 szabvány [4] előírásának és mérési eredményeknek figyelembevételével kategorizáltuk. A kategória határokat az *5. táblázatban* tüntettük fel.

5. táblázat

A fényezettség mértéke

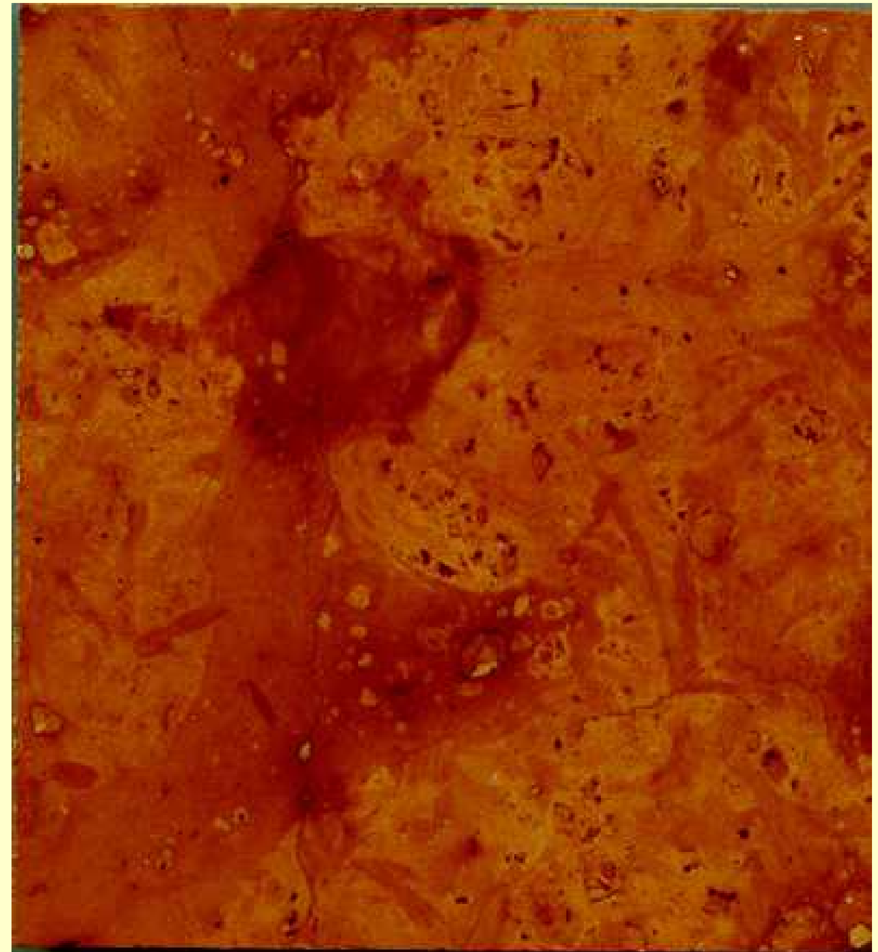
Fényességi mérőszám, GU	Vizsgálati geometria		
	20°	60°	85°
0–30			matt
30–50	fényes	félfényes	félmatt
50–70	igen fényes	fényes	félfényes
70–100	magas fényű		

Kausay



Tardosi mészkő

(Ezzel a tardosi vörös mészkővel készült a BME központi épületének lépcsőháza)

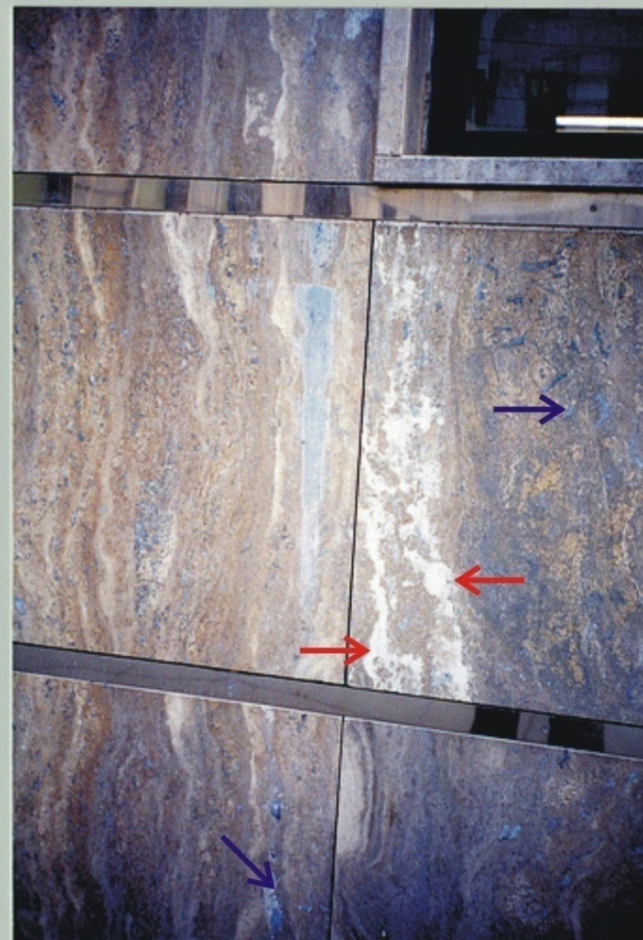


Siklósi sárga mészkő

Kausay







11. - 13. fénykép. Árpád Irodaház, udvari homlokzat

Kifehéredett hézag kikenő anyag

Kék színű hézag kikenő anyag, amely megtartotta eredeti színét



Hazai gyártású készülék a színes üveg fényáteresztésének mérésére


FÉNYÁTERESZTŐ KÉ
MOM
BUDAPEST
SPEKTROMOM
MADE IN HUNGARY
401
ZERO
OFF
400
2016/10/11 11:15
Kausay


BUDAPESTI MŰSZAKI EGYETEM
482-035
FÉNYÁTERESZTŐ KÉPESSÉG
MOM
BUDAPEST
SPEKTROMOM 401
MADE IN HUNGARY
ZERO
OFF
100 %
2016/10/11 11:18

Kausay

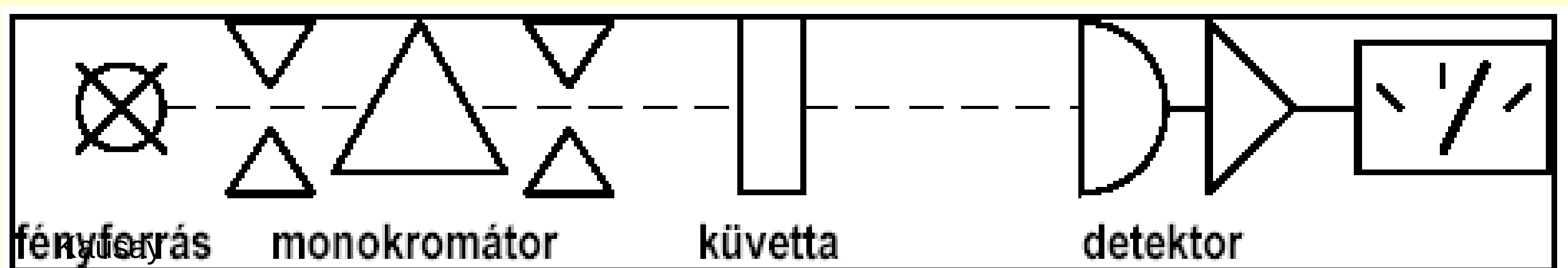
A Spektromom (Magyar Optikai Művek gyártmánya) műszerrel való mérés *abszorpciós fotometria körébe tartozik.* A mérés során egy alapállapotú anyagot világítunk át folytonos sugárzással (általában halogén lámpával) és az átbocsátott/elnyelt sugárzást elemezzük.

A monokromátor (színszűrő) feladata, hogy a folytonos sugárzásból kiválaszthassunk egy hullámhosszt (egy szűk sávot), amely a mintánk elnyelési sávjába esik, hiszen a spektrum összes többi hullámhossza csak fölösleges zaj a detektor számára.

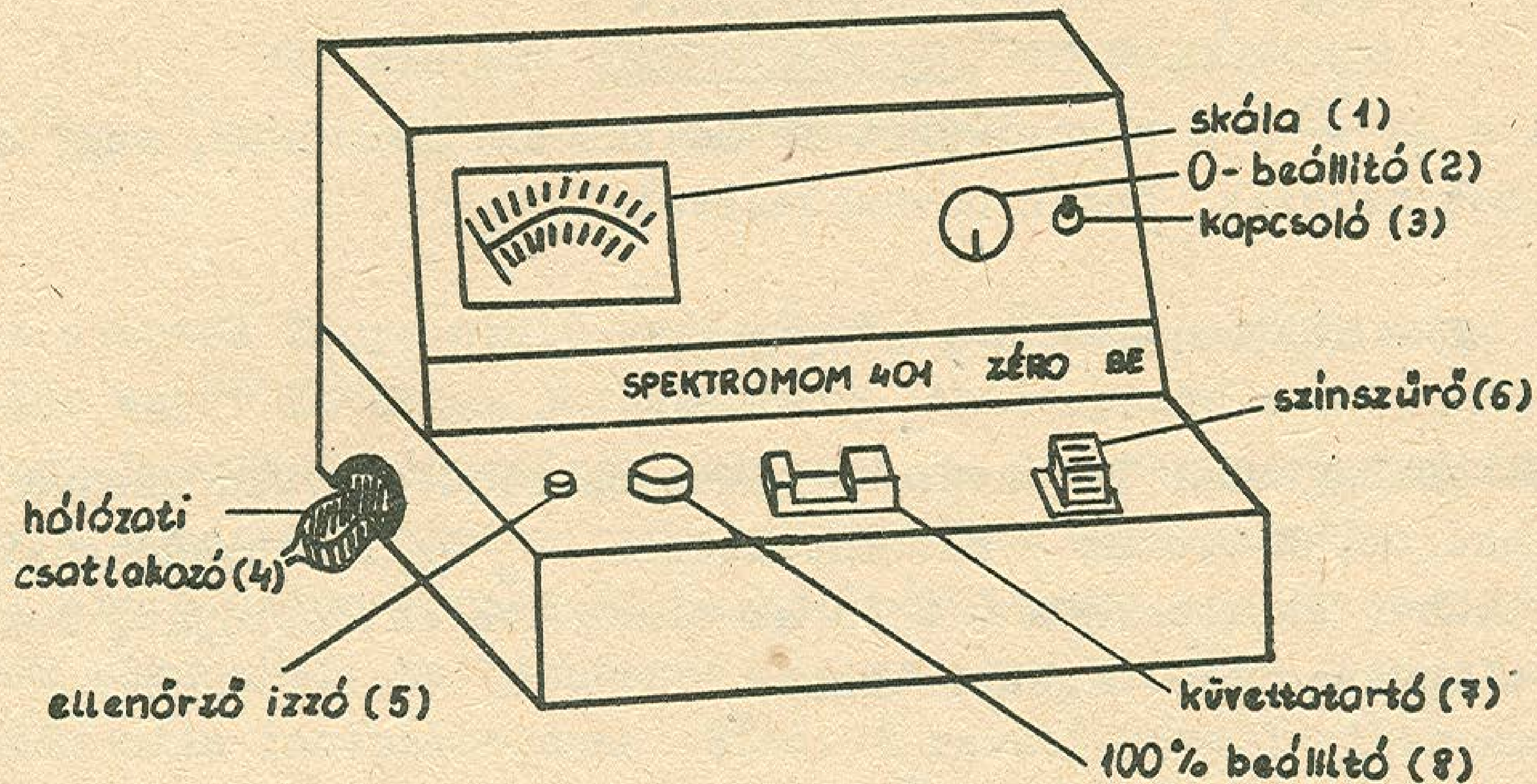
A küvetta laboratóriumi üvegedény, mellyel oldatok optikai tulajdonságait lehet mérni, esetünkben a vizsgálandó üveg minta befogadó nyílása.

A fotodetektor leggyakrabban félvezető fotodióda. A diódasor érzékeli a színszűrőből érkező fényt. A diódasor, és a hozzá kapcsolt elektronika egyszerre elemezi a teljes áteresztési spektrumot.

(Forrás: Szöllősy – Zöllei, évszám nélkül)



A „Spektromom 401” készülék vázlatrajza
(Gyártmány sorozattól függhet)



(Forrás: *Szöllősy* – *Zöllei*, évszám nélkül)

A mérés menete a MOM „Spektromom 401” készülékkel (Gyártmány sorozattól függhet)

1. A készüléket bekapcsoljuk.

2. A (2) jelű „0”-beállitó gombbal a műszermutatót 0-ra állítjuk.

3. A színszűrő-tartóba behelyezzük a kiválasztott hullámhosszhoz tartozó (6) színszűrőt.

4, A (9) jelű küvetta-tartóba tesszük a referencia (etalon) üveget.

5. A (8) jelű „100%”- beállító gombbal a műszer mutatóját 100%-ra állítjuk.

6. A referencia üveg helyére a vizsgálandó üveg mintát tesszük és leolvassuk a műszer mutatójának állását. A műszer felső skálája a fénysugár intenzitását mutatja.

Színszűrők a MOM „Spektromom 401” készülékhez



2016.11.22 13:14

Kausay

Színszűrők és üvegminták
A MOM „Spektromom 401” készülékhez



Kausay



Piros-cián anaglif szemüveg *Stephen Gibson (1970)* után, aki a piros színszűrőt a jobb, és a ciánt a bal szem előtt alkalmazta

Az anaglif eljárás térhatást keltő képek előállításának olyan módja, amelynek során a két szem látási síkjának megfelelő módon felvett piros, illetve kék színű kép az erre szolgáló színszűrős szemüvegen átnézve térhatású képet ad.

Az anaglif eljárást *Wilhelm Rollmann* találta fel, és publikálta 1853-ban Lipcsében az „Annalen der Physik” folyóiratban megjelent „Zwei neue stereoskopische Methoden” c. munkájában.

HELYSZÍNI SZÍNMÉRÉS





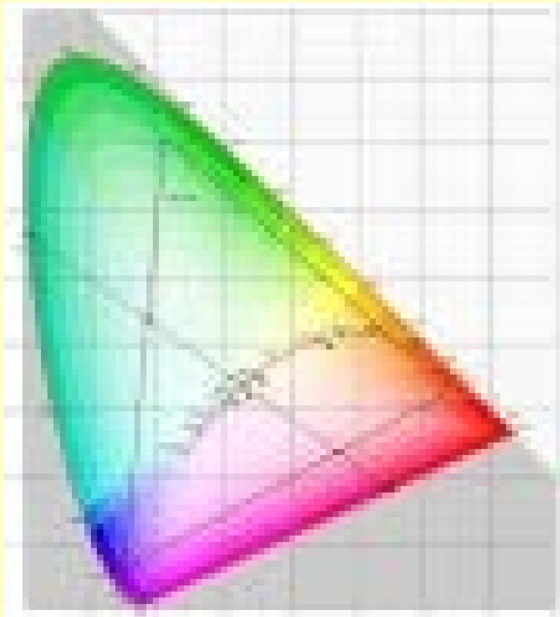
CTA
(ColorTector Alpha®)
típusú
hordozható színmérő
készülék



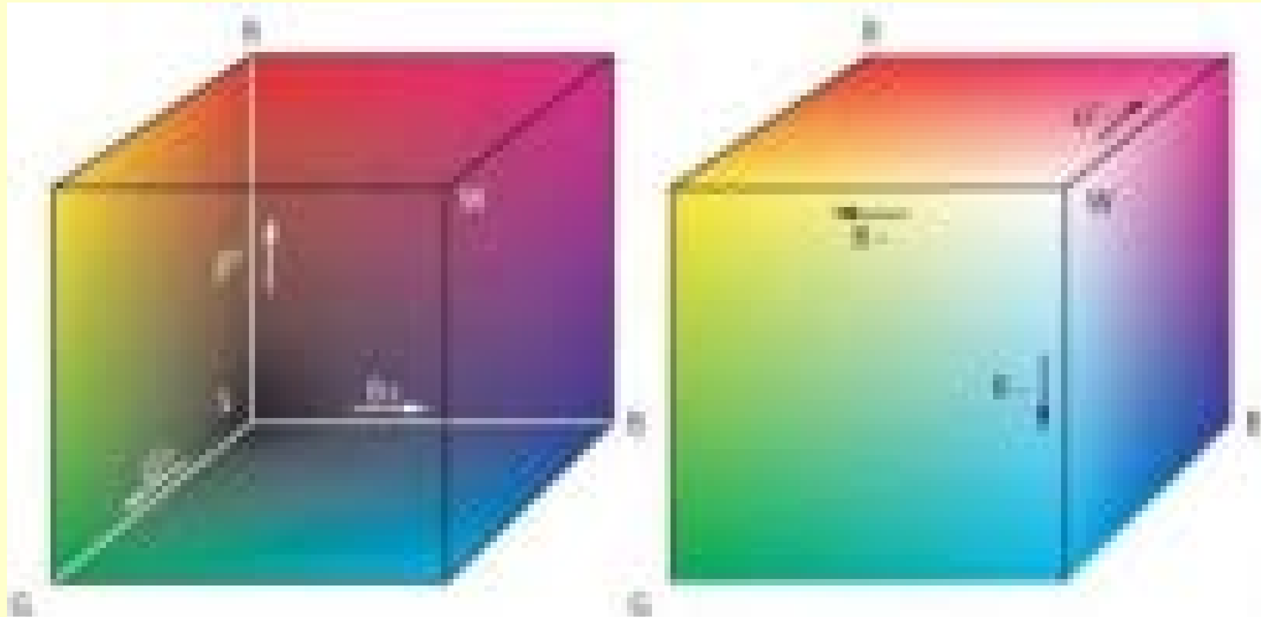


„PCE-RGB 2” típusú hordozható színárnyalat-mérő készülék

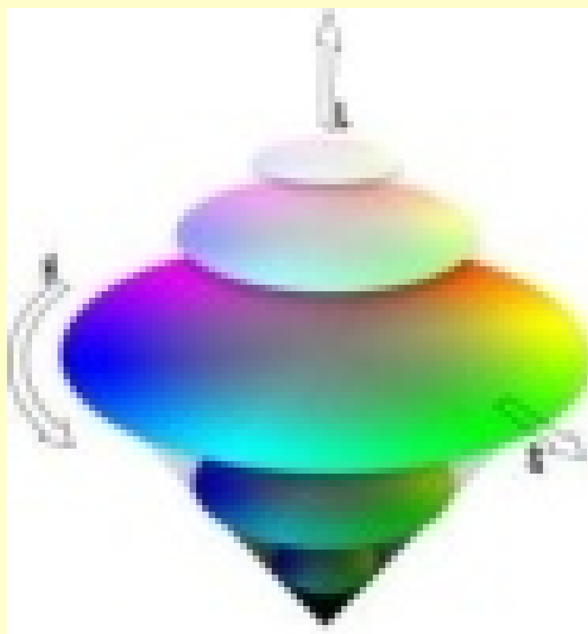
Mérési tartomány: 0 ... 1023 RGB



CIE*Lab-
Farbraum (CTA)



RGB-Farbraum (PCE-RGB)



HSLFarbraum
(PCE-RGB)

Farbraum = Színtér

6. kiadás 1978. 10. 535.65:001.4



Magyar Népköztársasági Országos Szabvány

FÉNYTECHNIKAI TERMINOLÓGIA
A színmérés alapfogalmai és mennyiségei

MSZ 9620/2–72

Az MSZ 9620–60 3. fejezete helyett *

T 35

Светотехника. Термины
Основные понятия и величины колориметрии

Lighting terminology.
Colorimetry. Fundamental concepts and quantities

* Az MSZ 9620/2–72 K (1974) szabványkiegészítéssel együtt érvényes.

E szabvány alkalmazása kötelező.A szabvány előírásaitól azonban a szerződő felek a rendelet 9. §-a alapján a szerződés teljesítése (részteljesítése) előtt kötött írásbeli megállapodás alapján eltérhetnek, feltéve, hogy az eltérés az élet, az egészség, a testi épség védelmét, a vagyonbiztonságot nem veszélyezteti, illetve a népgazdasági és a fogyasztói érdekeket nem sérti.**

E szabvány tárgya a színmérési fogalmak megnevezése, meghatározása, jelölése és mértékegységei. A fotometriához hasonlóan több kifejezés, mint pl. a szín, értelmezhető érzékelés szerint (szubjektíven) és fizikailag is; e szabvány főleg a kifejezések fizikai értelmezésével foglalkozik.

Az egyedi színmérő észlelőre vonatkoztatott és a CIE *** színmérő észlelőre vonatkoztatott mennyiségek megkülönböztetésekor ügyelni kell arra, hogy az egyedi és a szabványos függvények közötti eltérésnek a jelentősége e téren nagyobb, mint a fotometriában. Egyébként itt is érvényes ugyanaz a követelmény, mint a fotometriában, a mennyiségek – egyéb utalás hiányában – a CIE 1931 vagy a CIE 1964 színmérő észlelőre vonatkoznak.

E szabványban megadott mértékegységek SI egységek, amelyek megegyeznek az MSZ 4900/1...10-ben megadott mértékegységekkel.

A szabványban megadott T_{68} jelölésű termodinamikai hőmérsékletértékek az 1968. évi Nemzetközi Gyakorlati Hőmérsékleti Skálára vonatkoznak.

 Magyar Népköztársasági Országos Szabvány	**ÉPÍTÉSI KŐANYAGOK FELÜLETI TULAJDONSÁGAINAK VIZSGÁLATA** Szín vizsgálata	**MSZ** 18290/3–81
		G 19

Строителные каменные материали. Определение свойств поверхности. Испытание цвета

Surface properties of building stones
Color test

E szabvány alkalmazása abban az esetben kötelező, ha hatóságilag kötelező követelményszabvány vagy egyéb hatósági előírás a vizsgálatot e szabvány szerint rendeli el.*

E szabvány tárgya a kőzetfelületek (mint másodlagos fényforrások) színjellemzőinek meghatározása.

1. FOGALOMMEGHATÁROZÁSOK

1.1. CIE 1976 (L*, a*, b*) színtér, a CIELAB színtér

Olyan egyenletes színtér (MSZ 9620/2), amelyben a színpontot az L*, a*, b* derékszögű koordináták (CIELAB színjellemzők) határozzák meg.

A színpont L*-értéke a felület világossági fokával (MSZ 9620/4), a színpont és az L* koordinátatengely távolsága (r^*_{ab}) a telítettséggel (MSZ 9620/4), az a* – b* síkban a színpont a* és b* koordinátája által meghatározott szög (α*) a színezettel (MSZ 9620/4) arányos.

Kausay

FELHASZNÁLT IRODALOM

- ***Balázs György*: „Építőanyagok és kémia". Tankönyvkiadó. Budapest, 1984.**
- ***Mucsi Lászlóné*: „Pécsváradi földpátos homok felhasználása az üvegiparban". Szilikáttechnika. 1987. 5. szám. pp. 113-116.**
- ***Nyári Eszter – Tóthné Kiss Klára – Tóth István*: „Útmutató az elérhető legjobb technika meghatározásához az üveggyártás engedélyeztetése során". Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, Budapest, 2009.**
- ***Tóthné Kiss Klára*: „A hazai üvegipar a nyersanyagok tükrében". Építőanyag. 50. évf. 1998. 1. szám. pp. 12-15.**
- **„Fizikai gyakorlatok", kézirat. Szegedi Orvostudományi Egyetem. Összeállították a Kísérleti Fizikai Tanszék és a Biofizikai Tanszék munkatársai. Szerkesztette: *Szöllősy László*, részben átdolgozta: *Zöllei Mihály*. Évszám nélkül.**

Köszönöm a szíves figyelmüket…

2010/6/4 8:54